

Mapbender
Geoportal Framework

 **MapServer**
open source web mapping



OGC[®]
Open Geospatial Consortium



52north
exploring horizons

deegree

 **GeoServer**

VISIÓN GENERAL DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

GEOSERVICIOS EN LA WEB

Víctor Estévez González

Luis Garmendia Salvador

Elena Giménez de Ory

Madrid, Septiembre 2013

RESUMEN

En este trabajo se intenta realizar un análisis general de la situación actual de los sistemas de información geográficos Sistema de Información Geográfica (SIG) en todos sus aspectos como bases de datos, metadatos, software de escritorio y web, etc. y más concretamente de los geoservicios en la web, las diferentes herramientas para su implementación, así como dar una visión global de su presencia en diferentes países de Europa y América Latina.

PALABRAS CLAVE

GIS, OGC, IDE, INSPIRE, WCS, CSW, WMS, WFS, WPS, SOS, MapServer, GeoServer, i3Geo, Mapbender, OpenLayers, OpenStreetMaps, ArcGis, QGis, gvSIG

ABSTRACT

This paper attempts to make an analysis of the current situation of geographic information systems in every account as databases, metadata, web and desktop software, etc. and more specifically of geoservices in the web, different tools for their implementation, as well as an overview of their presence in different countries of Europe and Latin America.

KEYWORDS

GIS, OGC, SDI, INSPIRE, WCS, CSW, WMS, WFS, WPS, SOS, MapServer, GeoServer, i3Geo, Mapbender, OpenLayers, OpenStreetMaps, ArcGis, QGis, gvSIG

AGRADECIMIENTOS

Muchas gracias a toda mi familia, mis amigos, mis compañeros y a María en especial. Ha sido un año de gran esfuerzo y sacrificio, que no habría sido posible sin la beca concedida por ENCE.

No lo olvidaré jamás.

Índice

i INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN	1
1. INTRODUCCIÓN	2
1.1. Planteamiento y justificación	2
1.2. Hipótesis y objetivos	3
1.3. Organización	4
ii ESTADO DEL ARTE	6
2. LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	7
2.1. Introducción	7
2.1.1. El software	9
2.1.2. La información	15
2.1.3. Bases de datos espaciales	19
2.1.4. Los geoprocetos	22
2.2. Desktop GIS	28
2.3. Web GIS	41
2.3.1. Open Geospatial Consortium (OGC)	47
2.3.2. Introducción a IDE	56
2.3.3. Desarrollo de servicios web.	66
2.3.4. Clientes web mapping.	72
iii DESARROLLO	78
3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN	79
3.1. Diseño	79
3.2. Implementación de los servicios	80
3.2.1. Base de datos	80
3.2.2. Servicio Web Map Service (WMS)	82
3.2.3. Servicio Web Feature Service (WFS)	89
3.2.4. Servicio Web Coverage Service (WCS)	94
3.2.5. Servicio Web Processing Service (WPS)	95
3.2.6. Cliente web	100
3.2.7. Metadatos	102
3.2.8. Catálogo	103

iv CONCLUSIONES	105
4. CONCLUSIONES	106
4.1. Verificación, contraste y evaluación	106
4.1.1. Sobre el análisis de los diferentes software y su implementación	107
4.1.2. Sobre los geoservicios	110
4.2. Líneas futuras	112
v REREFERENCIAS	113
vi ANEXOS	125
A. DISTRIBUCIÓN UBUNTU	126
A.1. OsGeoLive 6.5	126
B. INFORMACIÓN GEOGRÁFICA UTILIZADA	129
B.1. GeoInformación	129

Lista de Figuras

2.1.	Concepto integrado de los SIG.	8
2.2.	Evolución de los SIG en paralelo a tecnología, datos y técnicas.	9
2.3.	Relación entre los distintos tipos de aplicaciones.	10
2.4.	Mapa Open Street Map (OSM) con Leafletjs.	13
2.5.	Ejemplo Openlayers 3.	13
2.6.	Mapa pirata con Tilemill.	15
2.7.	Organización de la información en los SIG.	16
2.8.	Comparación de datos raster y vector.	16
2.9.	Tabla asociada a la información en Arcmap.	17
2.10.	Interfaz de CatMDEdit.	19
2.11.	Pantalla inicial de GeoNetwork.	20
2.12.	Panel de administración de PostGis.	22
2.13.	Herramientas de Arcmap.	23
2.14.	Creación de herramienta con gvSIG modeler.	24
2.15.	Celda raster 3x3.	26
2.16.	Concepto de cuenca visual.	27
2.17.	Procesos con vectores.	28
2.18.	Interfaz de la aplicación Aquaveo. . .	29
2.19.	Interfaz de la aplicación ArcMap. . .	30
2.20.	Interfaz de la aplicación Caliper. . .	30
2.21.	Interfaz de la aplicación Erdas. . . .	31
2.22.	Interfaz de la aplicación GeoMedia.	32
2.23.	Ejemplo visualización de mapa y tabla de GeoTime.	33
2.24.	Interfaz de la aplicación IDRISI. . .	34
2.25.	Interfaz de la aplicación Manifold. .	35
2.26.	Interfaz de la aplicación CapaWare.	36
2.27.	Interfaz de la aplicación Grass. . . .	37

2.28.	Interfaz de la aplicación gvSig. . . .	38
2.29.	Interfaz de la aplicación Kosmo. . . .	39
2.30.	Interfaz de la aplicación QGis. . . .	40
2.31.	Interfaz de la aplicación SAGA. . . .	40
2.32.	Interfaz de la aplicación uDig. . . .	41
2.33.	Mapa y tabla asociada de Fusion tables.	42
2.34.	Mapa de municipios en el Idealista. .	43
2.35.	Mapa de inmuebles en alquiler en Madrid.	43
2.36.	Página inicial del portal IkiMap . . .	44
2.37.	Mapa de españoles por Europa de TargetMap.	45
2.38.	Mapa de usos del suelo del munici- pio de Portas en ArcGis Online. . .	45
2.40.	Eventos añadidos en Barcelona por usuarios de Waze.	46
2.39.	Madrid cartografiado por Open- StreetMap.	46
2.41.	Mapa de Madrid con la información de Wikimapia.	47
2.42.	Mapa del censo de USA con MapBox.	48
2.43.	Esquema de los servicios OGC. . . .	49
2.44.	Código GML.	50
2.45.	Resultado GetMap de un WMS. . . .	51
2.46.	Resultado de un mapa WCS.	52
2.47.	Servicio WFS para edición de ele- mentos.	53
2.48.	Resultado de un servicio WPS. . . .	54
2.49.	Diferentes tipos de sensores. . . .	55
2.50.	Esquema cliente servidor.	57
2.51.	Integración de actores en una IDE. .	57
2.52.	Cronograma de implantación de INSPIRE.	58
2.53.	Geoportal INSPIRE.	60
2.54.	Servicios OGC activos 2011.	60
2.55.	Servicios OGC por C.C.A.A.	65
2.56.	Servicios OGC locales.(1).	65
2.57.	Servicios OGC locales.(2).	66
2.58.	Test de servicio WPS con 52° N. . .	67
2.59.	Interfaz Deegree.	68
2.60.	Página inicial de Geoserver.	69

2.61.	Interfaz de QGis Server.	70
2.62.	Ecosistema de Zoo-Project.	71
2.63.	Interfaz del cliente Chameleon. . . .	73
2.64.	Aplicación web con Geoide.	74
2.65.	Interfaz del cliente GeoMoose. . . .	75
2.66.	Aplicación web con i3Geo.	75
2.67.	Aplicación web con MapBender. . .	76
2.68.	Aplicación web con MapFish.	77
3.1.	Diseño genérico de un estructura para un geoportal.	79
3.2.	Escritorio OsGeoLive.	80
3.3.	Flujo de trabajo en un geoportal. . .	81
3.4.	Creación de la BBDD.	81
3.5.	Creación de esquemas y tablas. . . .	82
3.6.	Columnas de una tabla.	82
3.7.	Workspace de Deegree.	83
3.8.	Configuración wms y tema.	83
3.9.	Data stores creados.	84
3.10.	Configuración de layer Concellos. . .	84
3.11.	Estilo para MDE25.	85
3.12.	Almacenes de datos.	85
3.13.	Gestión de capas.	86
3.14.	Estilos con uDig.	86
3.15.	WMS PNOA.	87
3.16.	WMS PNOA.	88
3.17.	WMS QGis.	88
3.18.	Conexión de PostGis a través de QGis.	89
3.19.	Consulta SQL en QGis sobre el servicio WMS.	89
3.20.	Gestión de estilos.	90
3.21.	Proyecto QGis.	90
3.22.	Exportar .map de un proyecto QGis.	91
3.23.	WMS en png.	91
3.24.	Petición al servicio WFS.	92
3.25.	Servicio WFS con Geoserver.	92
3.26.	Salida CSV.	93
3.27.	Conexión de QGis al servicio WFS. .	93
3.28.	MDE como WCS.	94
3.29.	Configuración WCS con Mapserver.	95
3.30.	Control panel 52ºN.	96
3.31.	Test client 52ºN.	96
3.32.	GML resultante.	97

3.33.	Procesos WPS por defecto en Deegree.	97
3.34.	Procesos WPS de Sextante.	98
3.35.	WPS request builder.	98
3.36.	XML para WPS.	99
3.37.	Javascript para WPS Zoo.	100
3.38.	Ejemplo cliente WPS Zoo.	100
3.39.	Configuración i3Geo.	101
3.40.	Interfaz i3Geo.	101
3.41.	Configuración cliente Mapbender. . .	102
3.42.	Cliente Mapbender y Geoserver. . . .	102
3.43.	Perfil NEM.	103
3.44.	Resumen metadatos html.	103
3.45.	Pantalla administración GeoNetwork.	104
4.1.	Tendencia GeoServer.	109
4.2.	Tendencia MapServer.	110
4.3.	Comparación IG mostrada.	111
4.4.	IG de distintos ministerios.	112
B.1.	Esquemas y tablas de la BD.	129

Lista de Tablas

2.1.	Indicadores INSPIRE.	61
2.2.	Servicios OGC de América Latina. .	63
2.3.	Número de servicios OGC.	64
2.4.	Servicios OGC de las C.C.A.A. . . .	64

ACRÓNIMOS

API	Application Programming Interface
BBDD	Bases de datos
CAD	Computer Aided Design
CGIS	Canada Geographic Information System
CMS	Content Management System
CP-IDEA	Comité Permanente para la Infraestructura de Datos Geoespaciales de las Américas
CSDGM	Content Standard for Digital Geospatial Metadata
CSW	Catalog Service for the Web
FAO	Food and Agriculture Organization
FDO	Feature Data Object
FGDC	Federal Geographic Data Committee
FME	Feature Manipulation Engine
GDAL	Geospatial Data Abstraction Library
GeoSUR	Red Geoespacial de América Latina y Caribe
GML	Geography Markup Language
GPS	Content Management System
GPS	Global Positioning System
IDE	Infraestructura de Datos Espaciales
IG	Información Geográfica
INSPIRE	Infrastructure for Spatial Information in Europe
IPGH	Instituto Panamericano de Geografía e Historia
JCS	Java Conflation Suite
JTS	Java Topology Suite

KML Keyhole Markup Language
 KMZ Keyhole Markup Zipped
 LISIGE Ley de las Infraestructuras y Servicios de
 Información Geográfica
 NEM Núcleo Español de Metadatos
 OGC Open Geospatial Consortium
 OSM Open Street Map
 RIA Rich Internet Applications
 SGBD Sistema de Gestión de Bases de Datos
 SHP Shapefile
 SIG Sistema de Información Geográfica
 SIRGAS Sistema de Referencia Geocéntrico para las
 Américas
 SITGA Sistema de Información Territorial de GALicia
 SLD Styled Layer Descriptor
 SML Sensor Model Language
 SOA Service-Oriented Architecture
 SOAP Simple Object Acces Protocol
 SOS Sensor Observation Service
 SWE Sensor Web Enablement
 UN United Nations
 WCS Web Coverage Service
 WFS Web Feature Service
 WFS-T Web Feature Service Transactional
 WKB Well Known Binary
 WKT Well Known Text
 WMS Web Map Service

WPS Web Processing Service

XML eXtensible Markup Language

Parte I

INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

INTRODUCCIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO Y JUSTIFICACIÓN

El objetivo primordial de los sistemas de información geográfica es la toma de decisiones que involucren al territorio, a cualquier escala y en cualquier ámbito, desde la administración local decidiendo la localización óptima de una depuradora de residuos hasta un repartidor que optimiza su ruta.

Dada la gran importancia de la información geográfica, instituciones internacionales destacan su importancia:

- Conferencia de la United Nations (UN) sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo [1].
- Creación de la Infraestructura de Datos Espaciales de USA [2].
- Directiva Europea Infrastructure for Spatial Information in Europe (INSPIRE) [3].

Estas resoluciones pautan la gestión de la información geográfica, es decir, ha de estar siempre actualizada, no tiene sentido tomar decisiones sobre información obsoleta. Además será fundamental que esta información sea accesible y este disponible de manera inmediata. Para conseguirlo es fundamental la comunicación entre diferentes organismos e instituciones, de manera que, como ocurre en muchas ocasiones, tengan diferente Información Geográfica (IG) para la misma zona.

De estas y otras resoluciones surgen las Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) como un conjunto de recursos (catálogos, servidores, datos) dedicados a gestionar información geográfica (ortofotos, topónimos...) disponibles y accesibles a través de internet cumpliendo además una serie de condiciones de interoperabilidad (normas, especificaciones, protocolos, interfaces...)

Dentro de la IDE de España surgen numerosos proyectos que intentan seguir mejorando la distribución

de información geográfica, tanto a nivel local, dentro de las provincias como a nivel estatal realizados por los ministerios.

Todos estos proyectos se limitan a ofrecer información mediante visores de mapas y/o descarga de esa información. Cada día aumentan los usuarios que quieren interactuar con esa información, no vale solo con ver la información. Gracias a estos usuarios, los SIG están evolucionando hacia los geoprocursos en la nube más o menos complejos, pero capaces de ejecutarse sin la clásica y pesada aplicación de escritorio.

Estos servicios implantados en las IDE surgen del OGC, creado en el 1994 y que agrupa a cerca de 400 organizaciones del sector geoespacial, tanto públicas como privadas. Este consorcio define los estándares abiertos e interoperables dentro del SIG y de la web en beneficio de los usuarios, de manera que se facilite el intercambio de información.

Uno de los principales contratiempos a la hora de comenzar un proyecto SIG es el saber por donde empezar, este texto trata de arrojar algo de luz dando a conocer las herramientas más salientables en todos los campos relacionados (metadatos, catálogo, bases de datos, servicios, librerías, etc).

1.2 HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo es ser una referencia actual dentro de los sistemas de información geográfica tanto en software de escritorio como web y ser un punto de partida de futuros proyectos, desarrollando los conceptos básicos de un geoportal, con un visor que muestre información geográfica relevante y capaz de realizar geoprocursos sencillos. Para ello se definen los siguientes objetivos parciales:

1. Análisis general del estado del arte de los SIG, bases de datos, metadatos, software de escritorio, software web y particularmente de geoservicios web en distintos ámbitos, así como las herramientas más destacadas para llevarlos a cabo, de manera que se

concentren todas las opciones disponibles, tanto open source como privativas.

2. Implementación básica de los servicios de un geoportal con diferentes herramientas.
 - a) Base de datos geográfica
 - b) WMS
 - c) WCS
 - d) WFS
 - e) WPS
 - f) Creación de metadatos
 - g) Catalog Service for the Web (CSW)
3. Valoración final de la situación actual de los sistemas de información geográfica, las tendencias y comparativa de los geoservicios implementados con diferentes herramientas.

En concordancia a estos objetivos, se plantean dos hipótesis en este trabajo:

- Las IDE siguen una evolución favorable hacia el 'cloud computing' y 'big data', es decir, SIG en la nube.
- Existen suficientes opciones dentro de las aplicaciones 'open source' como para desarrollar geoportales completos. Además, es razonable suponer que, en caso de existir, estas opciones requerirían un nivel técnico avanzado.

1.3 ORGANIZACIÓN

El trabajo está organizado en cinco partes diferenciadas:

- Introducción a la investigación. Breve introducción al trabajo realizado.
- Estado del arte. Análisis de la situación actual de los SIG y todo lo relacionado.
- Desarrollo. Implementación de los servicios SIG en la web.

- Conclusiones. Valoraciones finales sobre el trabajo
- Anexo. Información adicional para completar el trabajo. En este caso se detalla la IG utilizada así como la distribución de Linux OsGeoLive usada para el desarrollo de los servicios.

Parte II

ESTADO DEL ARTE

LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

2.1 INTRODUCCIÓN

Los SIG son, básicamente, una serie de herramientas capaces de gestionar, analizar o representar IG.

Se ha de tener en cuenta que aproximadamente el 80% de la información que se maneja a diario tiene una componente, directa o indirectamente, geográfica [4]. A lo anterior debemos añadir que los SIG siguen las tendencias de la Tecnología de la Información. El gran auge del SIG es debido, en gran parte, a la evolución de la informática. Los geoanálisis que a día de hoy se están llevando a cabo eran impensables hace no tantos años.

Una definición más formal, aunque vaga, es la de [5] donde los SIG permiten “analizar, presentar e interpretar hechos relativos a la superficie terrestre”, sin embargo, concreta más “un SIG es un conjunto de software y hardware diseñado específicamente para la adquisición, mantenimiento y uso de datos cartográficos”. En la misma línea está [6] definiéndolo como “sistema de información diseñado para trabajar con datos referenciados mediante coordenadas geográficas o espaciales. En otras palabras, es tanto un sistema de bases de datos con capacidades específicas para datos georreferenciados, como un conjunto de operaciones para trabajar con esos datos. En cierto modo, un SIG, es un mapa de orden superior.” Estas definiciones son muy acertadas ya que han sentado las bases de otras más recientes que siguen intentado integrar todo lo relacionado con el SIG.

El gráfico 2.1, obtenido de [7], es bastante ilustrativo. Se observa claramente la total integración del SIG en diferentes campos y con diferentes tecnologías.

Los primeros surgen en los años 60. El primero en Canadá en el Departamento Federal de Energía y Recursos, el Canada Geographic Information System (CGIS) con Roger Tomlinson como padre. Casi simultáneamente

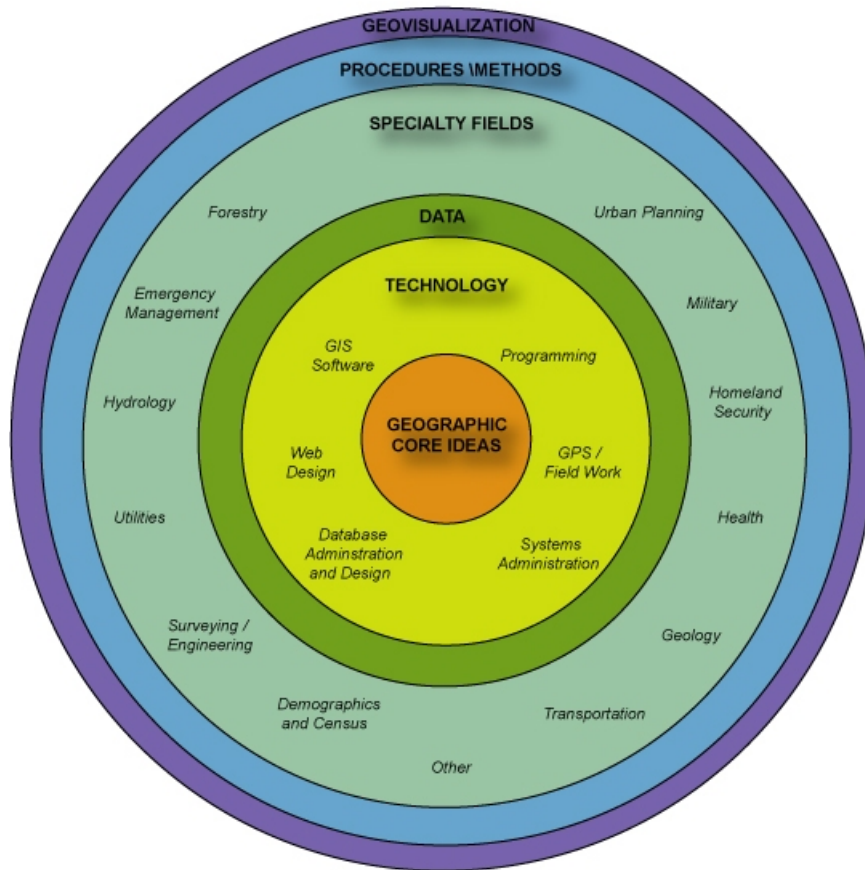


Figura 2.1: Concepto integrado de los SIG.

surgen también en Reino Unido (Cartography Unit) y USA (Harvard Laboratory). Ya en los inicios se definía el enfoque que se mantiene en la actualidad, en los primeros sistemas también se permitía la entrada de puntos, líneas y áreas. Años más tarde se consigue almacenar información en cuadrículas gracias a GRID [4], desarrollado en Harvard. La figura 2.2 [4] representa el inicio del SIG paralelamente a las técnicas, tecnologías y datos hasta el inicio del año 2000.

El desarrollo exponencial de la tecnología impulsa del mismo modo el conocimiento en todos los campos del saber. Como no podía ser de otra manera, el SIG es uno de los grandes favorecidos con el aumento de la capacidad de procesamiento de los actuales ordenadores. A día de hoy, se realizan geoanálisis en dos horas que hace 15 años ni se planteaban realizar.

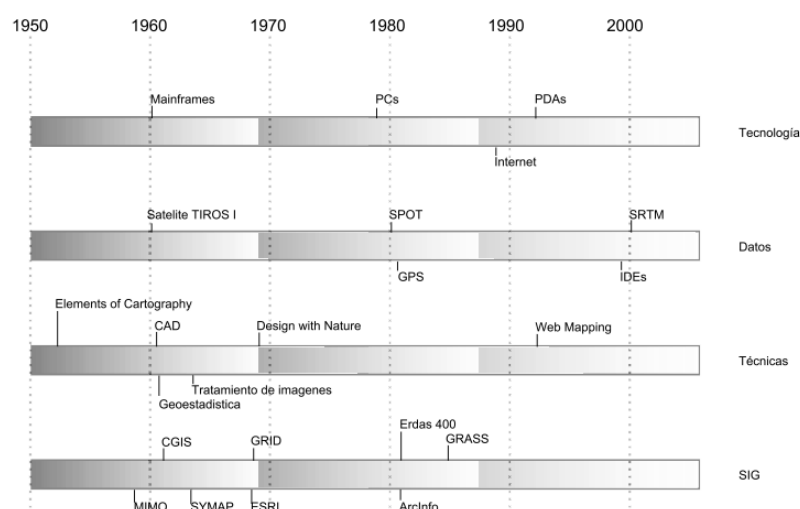


Figura 2.2: Evolución de los SIG en paralelo a tecnología, datos y técnicas.

2.1.1 *El software*

Como resulta obvio, el programa es una parte fundamental de los SIG. Su evolución es constante de tal forma que cada año que pasa surgen nuevos proyectos que aportan algo innovador.

Existen aplicaciones para todo tipo de propósitos y especializaciones que, además, pueden ser clasificadas de maneras diferentes; en este caso se distingue entre software libre y privativo y entre software de escritorio y orientado a la web.

Independientemente de su licencia, se puede imaginar la interconexión entre los distintos software como se muestra en la figura, de elaboración propia, 2.3.

Los datos son el soporte a cualquier sistema SIG, es el pilar fundamental, estos a su vez están conectados con el software de escritorio y los servidores, de manera que puedan servir los datos a clientes (que pueden ser incluso dispositivos móviles, no solo web). Por otro lado, las herramientas de escritorio también pueden ser capaces de acceder a servicios o datos publicados por un servidor. Las relaciones entre los datos, los servidores y la aplicación de escritorio pueden ser muy variadas, sin embargo, los

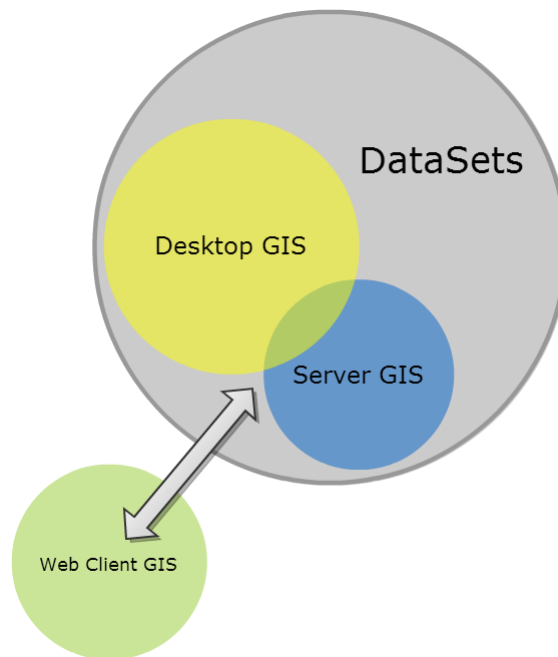


Figura 2.3: Relación entre los distintos tipos de aplicaciones.

clientes se han de conectar a un servidor (o aplicación de escritorio con esa capacidad) para acceder a los datos o a un servicio.

A lo largo de este capítulo se presentan algunas de las diferentes opciones disponibles así como una breve descripción.

Una parte fundamental son las librerías, que pueden dividirse de nuevo entre privativas y 'open source' que son la inmensa mayoría:

Feature Data Object (FDO) [8]

- C++.
- Proyecto de Autodesk en 'open source'.
- Application Programming Interface (API) con acceso raster y vectorial.
- Diferentes proveedores de datos como ArcSDE, Oracle o Geospatial Data Abstraction Library (GDAL).

Feature Manipulation Engine (FME) [9]

- Privativa.

- Permite lectura y conversión de datos a más de 250 formatos.
- Integración de datos espaciales no espaciales, así como SIG y CAD.
- Chequeo de calidad de datos espaciales.

GDAL/OGR [10]

- C++.
- Soporte total para raster (GDAL) y vectores (OGR) y en constante evolución.
- Librería 'open source', usada incluso en software propietario, de acceso a datos en numerosos programas, que la convierte en la más usada.

GeoExt [11]

- Javascript.
- Basado en Openlayers y Ext JS.
- Facilita la creación de RIA's.

GeoOxygene [12]

- Java.
- Geometría 3D, CityGML, PostGis 3D.
- Numerosos módulos de herramientas.
- Plug-in para OpenJump.

GeoRuby [13]

- Ruby on Rails.
- Plug in para manejo de PostGis y MySQL.
- Soporte también para GeoRSS, Keyhole Markup Language (KML) y Shapefile (SHP).

GeoTools [14]

- Java.
- Orientada tanto a servidores como clientes.
- Soporte de estándares y a numerosos formatos.
- Proporciona componentes básicos a proyectos como uDig y GeoServer.
- Soporte completo de formatos.

GeoTools.Net [15]

- C++.
- Inicialmente un port de Java Topology Suite (JTS).

Java Conflation Suite (JCS) [16]

- Combinación de datasets geospaciales.

JTS [17]

- Centrado en la topología.

Ka-map [18]

- Python-pylons y Javascript.
- Basado en ExtJS, Openlayers y GeoExt.

Mapnik [19]

- C++ y Python.
- Toolkit para el desarrollo de aplicaciones mapping.
- Centrado en renderizado de mapas para obtener mayor calidad visual.

Leaflet [20]

- Javascript. HTML5.
- Orientada a móvil.

- Crea Rich Internet Applications (RIA)'s. Mapas muy vistosos.
- Usado por Flickr, Foursquare, Wikimedia, OSM, CartoDB.
- La imagen 2.4, obtenida de [20], es de un mapa OSM con leafletjs.

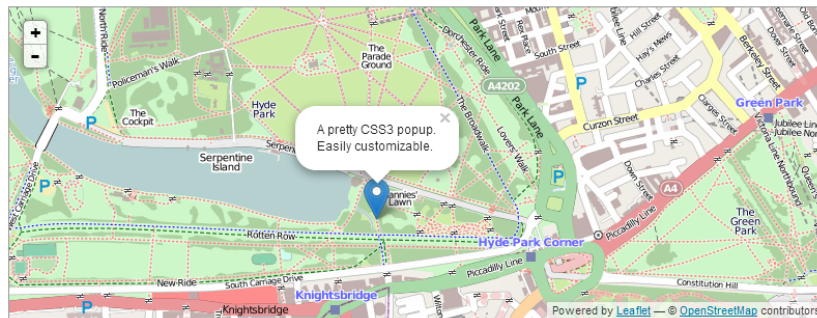


Figura 2.4: Mapa OSM con Leafletjs.

Openlayers [21]

- Javascript.
- Independiente de Servidor.
- Soporte reproyecciones y Styled Layer Descriptor (SLD) de capas.
- Gran comunidad, ejemplos y actualizaciones frecuentes.
- La figura 2.5 [21] es un ejemplo de Openlayers 3.

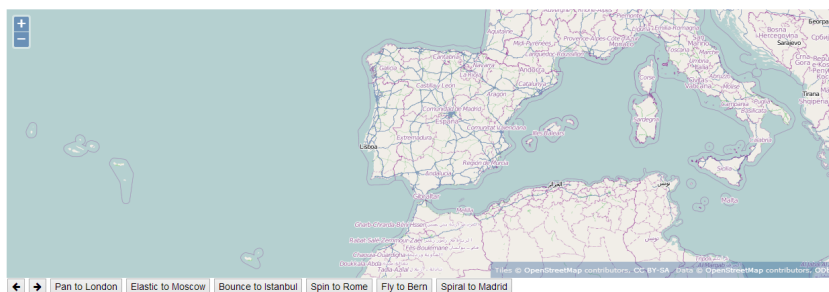


Figura 2.5: Ejemplo Openlayers 3.

Orfeo toolbox [22]

- C++.
- Librería para el tratamiento de imágenes en teledetección.

OWSLib [23]

- Python.
- Orientación total a estándares OGC.

PROJ4 [24]

- Gestión de sistemas de proyección.
- Referencia dentro del software libre y encargada de las reproyecciones de numerosos proyectos.

ReadyMapWeb SDK [25]

- Javascript. WebGL.
- Crea RIA's. Mapas muy vistosos.
- Capaz de renderizar elementos en 3D.

Sextante [26]

- Java.
- Más de 280 algoritmos.
- Usado por los SIG Libres más importantes como gvSig, OpenJump, QGis.
- Integrado en 52N para dar servicio a los WPS.

Sharpmap [27]

- C#.
- Consultas espaciales, acceso a principales formatos y renderizado.

TerraLib [28]

- C++.
- Manejo de Sistema de Gestión de Bases de Datos (SGBD) que maneja información espacio temporal.

Tilemill

- CartoCSS, node.js y backbone.js.
- Usa Mapnik para renderizar.
- Manejo de SHP, postGis o GeoTiff.
- Ejemplo de Mapa Pirata con Tilemill en la figura 2.6 [29].

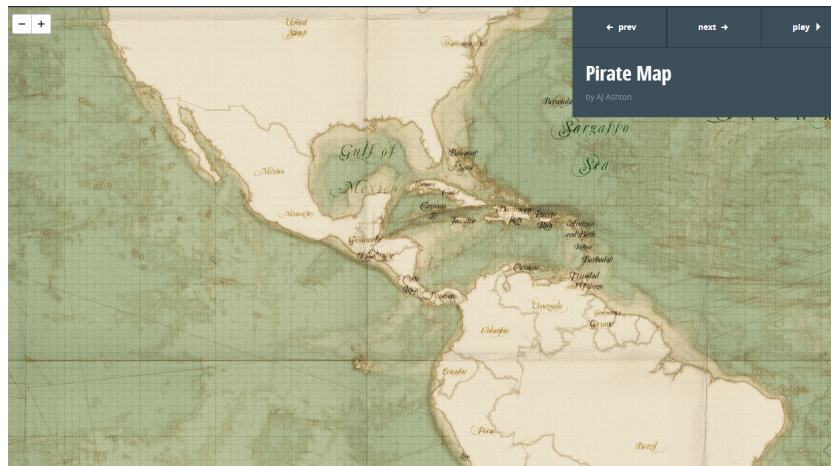


Figura 2.6: Mapa pirata con Tilemill.

2.1.2 La información

Un SIG se organiza en función de capas que representa la información geográfica. Estas capas o layers son la unidad mínima organizativa, y se pueden encontrar agrupadas en bases de datos espaciales. Además, la principal ventaja frente a los Computer Aided Design (CAD), es el fácil manejo de las tablas asociadas a esta información. La figura 2.7 [30] muestra esta organización de capas.

Como se ve, cada elemento de información geográfico está en una capa que, según interese, será raster o

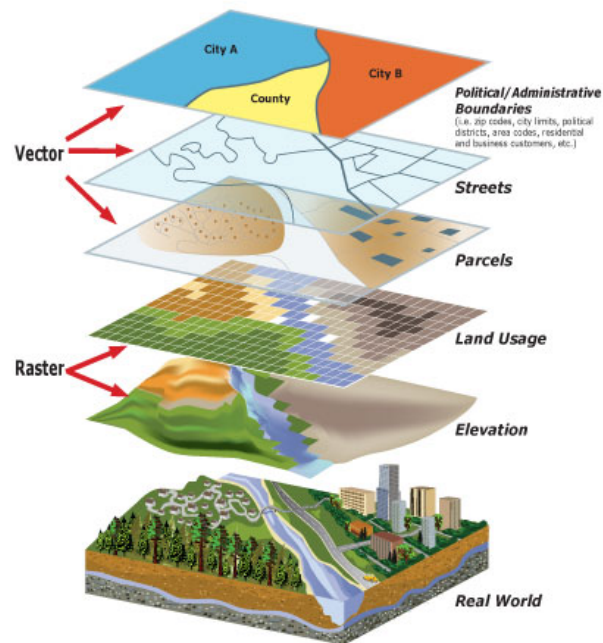


Figura 2.7: Organización de la información en los SIG.

vectorial. Es importante conocer estos dos formatos, ya que ambos son necesarios y es un error usar siempre uno u otro o indistintamente. La figura 2.8 [31] muestra las diferencias al representar la información geográfica con ambos formatos.

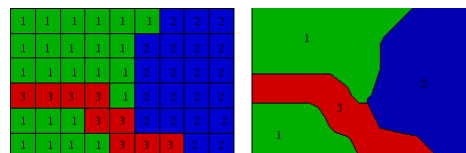


Figura 2.8: Comparación de datos raster y vector.

Algunas características de estos formatos son:

Raster

- Unidad mínima el píxel.
- Cada píxel contiene un valor correspondiente a la información geográfica, p.e. elevación, temperatura.
- Rápido y eficaz tratamiento de información mediante álgebra de mapas. No dejan de ser matrices.
- Ideal para datos continuos.

- Las imágenes tienen este formato.

Vector

- Para dibujar la realidad se utilizan tres elementos geométricos diferentes: puntos (puntos de interés, etc.), líneas (carreteras, etc.) o polígonos (usos del suelo, etc.).
- La unidad mínima es el nodo, dos nodos definen una línea, y mas de dos definen un polígono.
- Puede mostrar más de un atributo en un mismo espacio, p.e. un polígono de los limites de un municipio tiene asociado su nombre, su población, etc.
- Ideal para representar datos con límites discretos.
- Respetan propiedades topológicas.

Cada elemento de una capa se denomina feature, y tiene asociado un único registro en la tabla de atributos.

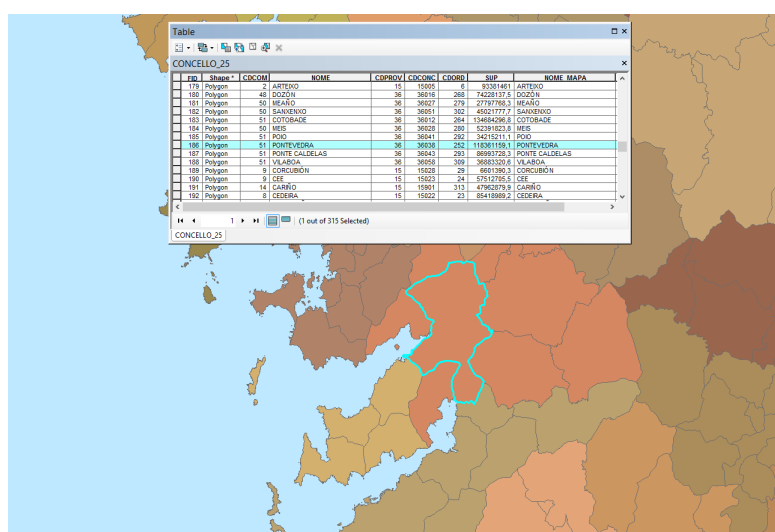


Figura 2.9: Tabla asociada a la información en Arcmap.

En la figura 2.9, de elaboración propia, se observan los municipios de Galicia como polígonos vectoriales y su información asociada, como los códigos de municipio, la superficie, etc. Cualquier campo puede ser dibujado en el mapa.

El ingente volumen de información que se crea en la actualidad da paso a una concienciación mayor de la importancia de la calidad de los mismos y, sobre todo, de la importancia de los metadatos.

Datos de mala calidad conllevan resultados de pésima calidad, por ejemplo, arrastrar un error de elevación en un modelo digital del terreno provocará errores en la pendiente, orientación y cualquier análisis que se lleve a cabo en él.

Hay numerosa bibliografía al respecto, [4] dedica un capítulo a este tema en particular.

Sin embargo, incrementar la calidad de los datos no solo es corregir errores de representación, sino, incorporar metadatos de calidad. Los datos de los datos son fundamentales para el futuro del SIG, así lo demuestra la directiva INSPIRE en Europa, el Núcleo Español de Metadatos (NEM) [32] en España entre otros.

Básicamente los metadatos deberían contestar a:

- ¿Quién?
- ¿Qué?
- ¿Cuándo?
- ¿Dónde?
- ¿Porqué?

Estos metadatos deben facilitar el acceso y el uso de la información geográfica, impulsando la colaboración entre organismos, instituciones o usuarios.

Como no podía ser de otra manera, existen programas especializados en edición de metadata.

CatMDEdit [33]

- Creación y edición conforme a ISO 19115, NEM, Dublin Core y Content Standard for Digital Geospatial Metadata (CSDGM).
- Iniciativa formada por Grupo Mercator de la Universidad Politécnica de Madrid, Grupo de Sistemas de información Avanzados (IAAA) de la Universidad de Zaragoza y Grupo de Información Geográfica de la Universidad Jaume I de Castellón.

- La figura 2.10 [34] muestra la pantalla principal.

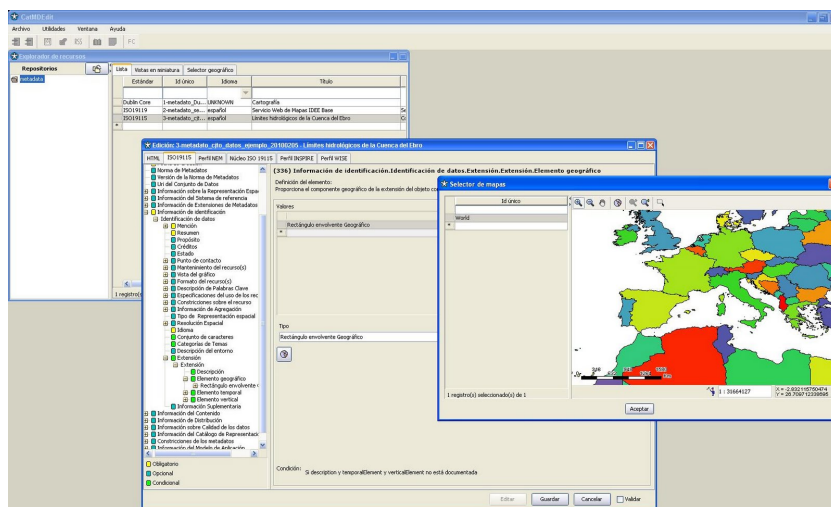


Figura 2.10: Interfaz de CatMDEdit.

Geonetwork [35]

- Creación y edición conforme a ISO 19115, Dublin Core y CSDGM.
- Iniciativa financiada por Food and Agriculture Organization (FAO)-UN.
- Catálogo de metadatos para la búsqueda de información geográfica.
- La figura 2.11, obtenida de [36], muestra la pantalla principal.

Estas son las opciones más utilizadas gracias, sobre todo, a su carácter 'open source'. Por otro lado, la principal opción dentro del software privativo la ofrece ESRI y su ArcCatalog, con numerosas plantillas para la edición de metadatos ISO, Federal Geographic Data Committee (FGDC), NEM o incluso INSPIRE.

2.1.3 Bases de datos espaciales

Las bases de datos se han ido integrando con el paso del tiempo en el SIG. Actualmente, es fundamental una buena



Figura 2.11: Pantalla inicial de GeoNetwork.

gestión de la base de datos, con un modelo solido, capaz de soportar grandes cargas de trabajo.

Una nueva tendencia son las bases de datos extensibles, más concretamente, las orientadas a objetos, ya que manejan mejor datos complicados como puede ser los de los SIG. Su principal ventaja es la velocidad de acceso a los datos, sin embargo las consultas no son tan robustas.

En estas bases de datos se integra, como tipo estándar, la componente geográfica, mientras que en las relacionales tratan de adaptarse a ello.

Las bases de datos espaciales almacenan información espacial como puntos (un par de coordenadas), líneas, polígonos y volúmenes, además de poder consultar operaciones como contenido en, distancia de, etc.

En la actualidad, se esta trabajando en bases de datos capaces de manejar información temporal, en forma de instantes o períodos, es decir, conocer el movimiento a lo largo de un tiempo.

Los sistemas gestores de bases de datos habituales y algunas características son:

DB2 Spatial Extender [37]

- IBM.
- Soporte para gran cantidad de desktop SIG.

- Implementa funciones definidas por ISO SQL/MM y el OGC.

Oracle Spatial [38]

- Opción desde Oracle 11g.
- Soporte de raster, topología y redes para cálculo de rutas.
- Servicio web de publicación de información.

SQL Server [39]

- Microsoft.
- Soporta datos espaciales con un tipo de dato geometry.

Estas tres son las opciones privativas, mientras que las opciones en software libre son:

MySQL [40]

- Comprada por Oracle, sigue siendo libre.
- Soporte espacial de forma nativa.
- Operadores espaciales y de edición no implementados y sin soporte para referencias espaciales.
- Conversión de Well Known Text (WKT) a Well Known Binary (WKB).
- Importación de formatos con herramientas externas.

PostGIS [41]

- Extensión para PostgreSQL. El más usado y referencia actual.
- Tipos de datos y operaciones para formatos vectoriales.
- Gestión de tablas con columnas geométricas y de referencia espacial.

- Operadores espaciales. Validación, edición, construcción de geometrías. Conversión de numerosos formatos.
- La imagen 2.12 [42] muestra la interfaz de administración.

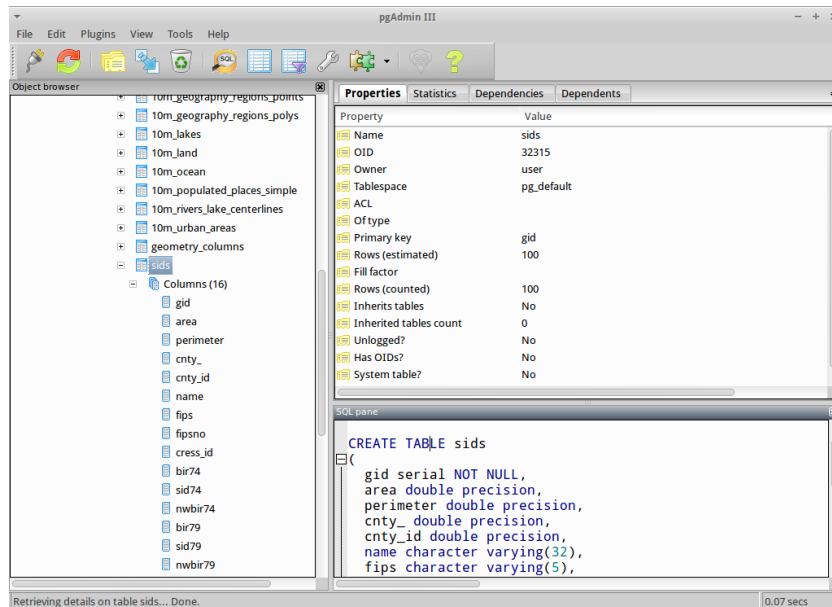


Figura 2.12: Panel de administración de PostGis.

SpatiaLite y VirtualShape [43]

- Extensiones para SQLite que aportan funcionalidad geográfica.
- Soporta referencias espaciales.
- Construcción y edición de geometrías.
- Predicados espaciales y transformaciones afines.
- Importación y exportación de formatos.

2.1.4 *Los geoprosesos*

Como se dijo anteriormente, no solo se representan datos obtenidos a partir de sensores, Global Positioning System (GPS) o restitución, con los SIG se genera

constantemente nueva información gracias a la gran cantidad de herramientas disponibles.

En la figura 2.13 se muestran algunas herramientas del software más importante en la actualidad, el ArcGis de ESRI.

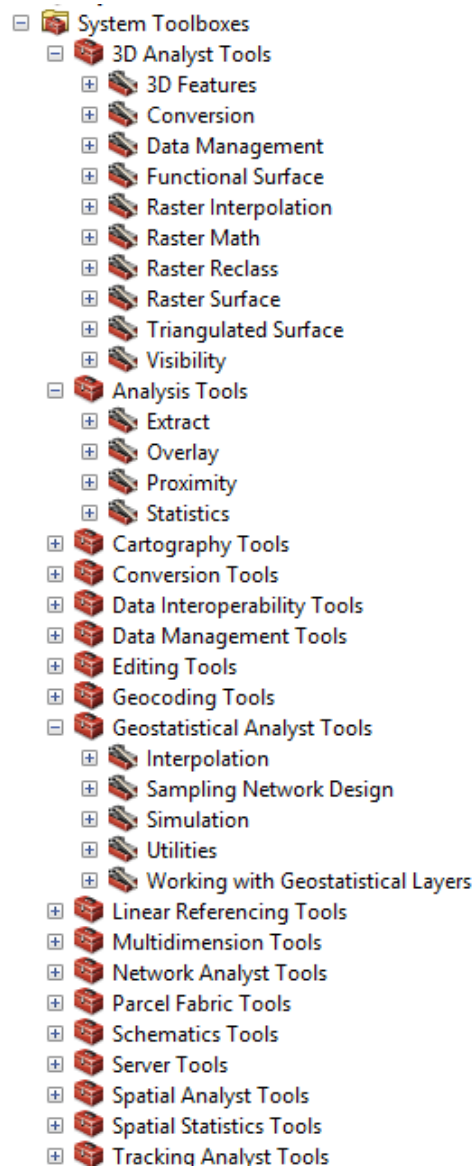


Figura 2.13: Herramientas de Arcmap.

Además de las herramientas preestablecidas por los diferentes SIG, podemos crear nuevas herramientas desde cero o como el resultado de un flujo de otras herramientas como se ve en la figura 2.14 [44].

En [4] se agrupan diferentes familias en las que se engloban los diferentes procedimientos de análisis.

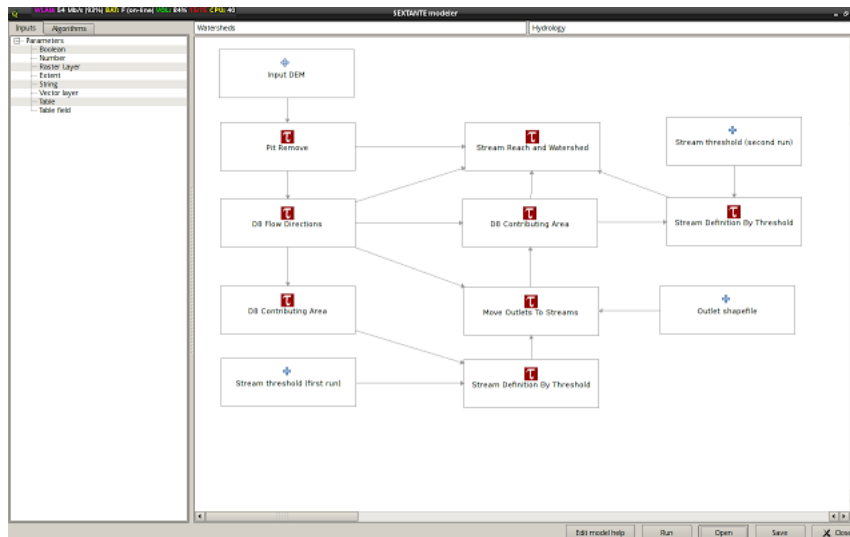


Figura 2.14: Creación de herramienta con gvSIG modeler.

- Consulta espacial: son las consultas más simples. Da respuestas a:
 - ¿Dónde se encuentra la localidad X?
 - ¿Qué tipo de suelo encontramos en X?
 - ¿Qué cinco ciudades tienen mayor población?
- Análisis topológico: son consultas en relación con otros elementos de la misma capa. Da respuestas a:
 - ¿Qué comunidades autónomas comparten límite con Madrid?
 - ¿Cómo llegar a X por la red viaria?
- Medición: cuantifica distancias entre elementos. Da respuesta a:
 - ¿Qué superficie de zona arbolada hay en X?
 - ¿Cuántos kilómetros de ríos en X?
- Transformaciones: abarca una gran cantidad de procesos al modificar los elementos de entrada. Por supuesto, se engloban aquí todo tipo de conversiones, sistemas de coordenadas, reproyecciones, etc. Por ejemplo, transforma el elemento geográfico en un área de influencia:
 - ¿Qué puntos de la ciudad están a más de un km de una farmacia?

- **Análisis de superficies:** desde parámetros básicos como la pendiente o la orientación, hasta parámetros fotométricos muy específicos, pasando por todas las herramientas del análisis hidrológico; la batería de operaciones disponibles es muy amplia. Aunque este análisis de superficies se entiende como el de la superficie terrestre (es decir, el relieve), gran parte de estas operaciones pueden aplicarse a cualquier otra superficie, entendiendo esta en su sentido matemático.
- **Estadística descriptiva:** los elementos de la estadística clásica tienen sus equivalentes en los datos espaciales, y nos permiten calcular cuantitativamente los datos con los que trabajamos. Se incluyen aquí, entre otros muchos, descriptores de centralidad y dispersión, de dependencia espacial o el estudio de patrones espaciales. Estos últimos pueden, a su vez, usarse para el contraste de hipótesis que contengan una cierta componente espacial. Da respuesta a:
 - ¿Existe alguna dirección predominante en los movimientos de individuos de una especie o se desplazan erráticamente?
- **Inferencia:** permite inferir comportamientos de las distintas variables y estudiar, por ejemplo, la forma en que estas van a evolucionar a lo largo del tiempo.
- **Toma de decisiones y optimización:** el estudio de factores espaciales puede ser una herramienta clave para tomar decisiones relativas a la actividad sobre la que ejercen su influencia. Así, los procedimientos de análisis espacial nos sirven para responder a preguntas cómo:
 - ¿Cuál es el mejor lugar para emplazar una nueva construcción en función de su impacto sobre el medio?
 - ¿Por qué trazado es más conveniente construir una nueva carretera?
- **Modelización:** modelos como los de tipo hidrológico son habituales en los SIG más populares, y la estruc-

tura de los datos raster que se emplean generalmente en los mismos facilita en gran medida el análisis y la implementación de modelos distribuidos. Otros modelos que encuentran en los SIG una plataforma idónea para su implementación son los basados en autómatas celulares, con aplicación en muchas áreas distintas.

Concretando un poco estas familias se pueden encontrar dos grupos importantes como son las herramientas sobre vectores y sobre raster.

Los geoprocesos con raster se pueden denominar álgebra de mapas ya que, al equipararlos a una matriz, se realiza cualquier operación necesaria, tanto a nivel global como en celdas particulares. Algunos ejemplos son:

- Pendientes y exposiciones: a partir de un modelo digital de elevaciones, se puede calcular el desnivel y la distancia horizontal entre dos puntos, cada pendiente tendrá asociada una orientación respecto a un punto geográfico, ya sea sur, norte, este u oeste. Para estos análisis es importante el concepto de vecindad, ya que el valor de cada pixel depende de los de alrededor, lo normal es realizar el proceso con una ventana 3x3 pixeles, como se observa en la siguiente figura 2.15 de [45] que calcula la pendiente a través del gradiente en el punto i,j .

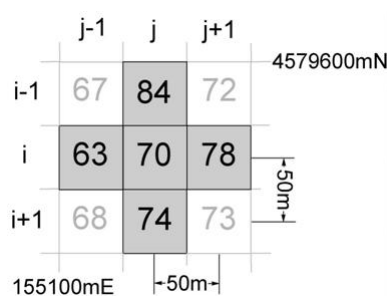


Figura 2.15: Celda raster 3x3.

- Cuencas visuales: es una de las herramientas más útiles. El resultado de este geoproceso es saber que puntos se ven y cuales no desde otro dado, por ejemplo, calcular la localización óptima de una torre de vigilancia contra incendios, maximizando el área

vista desde ella, como se aprecia en la imagen 2.16 obtenida de [46].

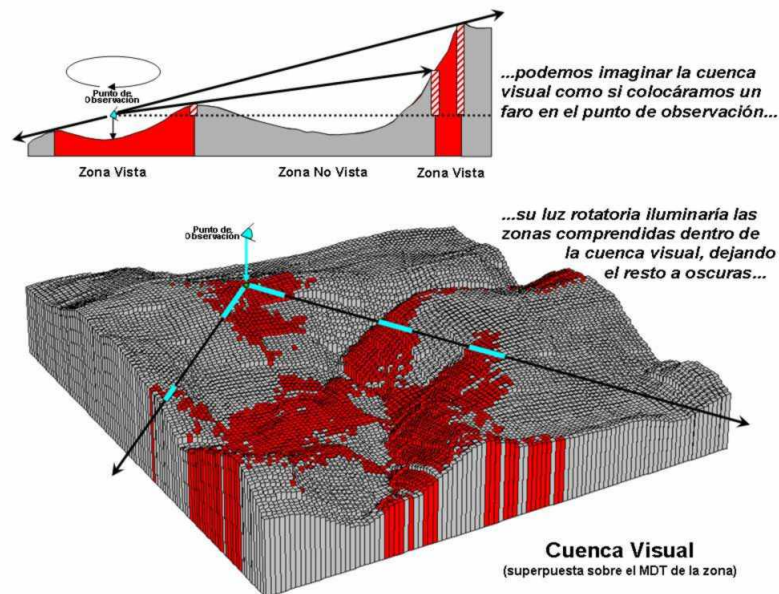


Figura 2.16: Concepto de cuenca visual.

- Delimitación de cuencas hidrográficas. de una manera similar a lo comentado anteriormente, se parte de un modelo digital de elevaciones del que se obtienen pendientes y orientaciones de manera que se llega a delimitar el área que vierte a un determinado río.

Por otro lado, algunas de las herramientas más importantes con vectores son:

- Área de influencia: genera el área de influencia entorno a un elemento, ya sea un punto, una línea u otro polígono. Ppor ejemplo, el área de influencia de un parque natural donde no se puede edificar o el área de influencia de la línea de costas.
- Operaciones de conjuntos: se pueden realizar numerosas operaciones diferentes entre capas, intersecciones, uniones, cortes, borrados, divididos. En [47] se definen muchas de las herramientas como se ve en la figura 2.17.

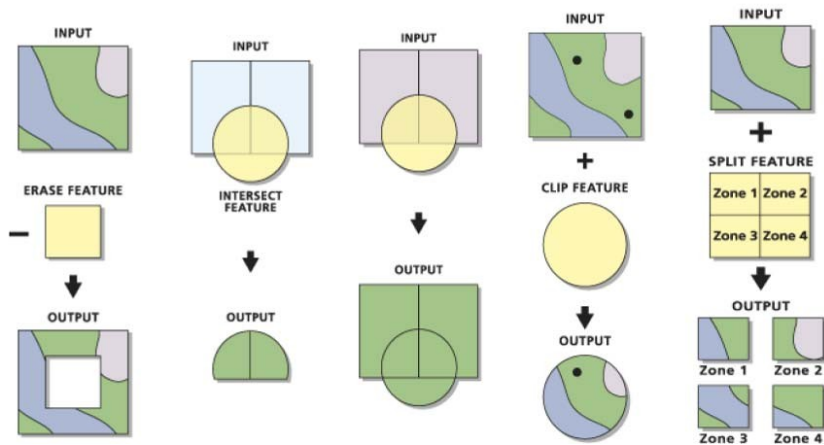


Figura 2.17: Procesos con vectores.

Aunque en este caso la referencia sea de ESRI, estos procesos son universales y cualquier SIG es capaz de realizarlos. Es importante destacar además que siempre se combinan herramientas como se comentó anteriormente.

Estas es una pequeña muestra de la gran cantidad de herramientas disponibles.

2.2 DESKTOP GIS

Como se comentó anteriormente, el concepto de SIG clásico gira en torno a este tipo de software. Son soluciones completas que permiten la gestión, visualización y procesamiento de información geográfica y, por su puesto, generación de cartografía. Cada vez con más frecuencia el software de escritorio incorpora funcionalidades para poder publicar servicios e información en la web sin necesidad de otros programas. La línea entre las distintas familias de software es cada día más delgada.

Como suele ocurrir existen dos vertientes, por un lado el software privativo:

Aquaveo [48]

- Orientación hacia hidrología.
- Mapeado en 3D.
- El ejemplo 2.18 [49] muestra el interfaz de la aplicación.

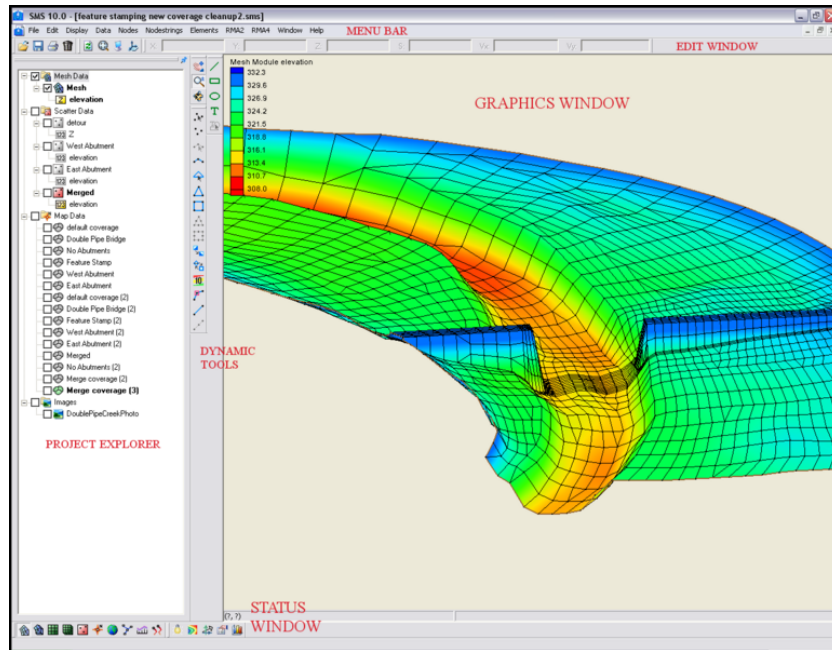


Figura 2.18: Interfaz de la aplicación Aquaveo.

ArcGis for Desktop [50]

- ESRI es el líder del mercado.
- Máxima compatibilidad con SGBD (Oracle, PostGis, etc).
- Gran cantidad herramientas de geoprocresamiento.
- Creadores del shapefile.
- En constante mejora.
- La figura 2.19, de elaboración propia, muestra un ejemplo de interfaz de usuario del software.

Cadcorp [51]

- Centrado en el mercado de UK.
- Aplicaciones para gestión pública, territorio, emergencias, etc

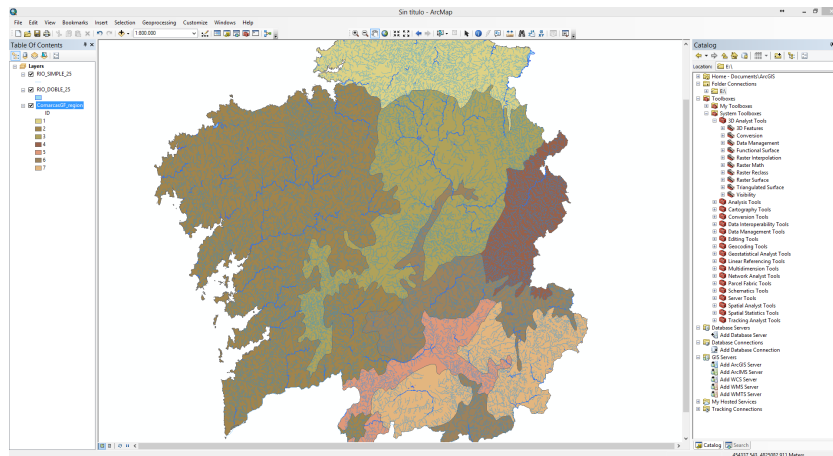


Figura 2.19: Interfaz de la aplicación ArcMap.

Caliper [52]

- Orientado a la gestión de transporte y tráfico.
- La figura 2.20 [52] muestra un ejemplo de interfaz de usuario del software.

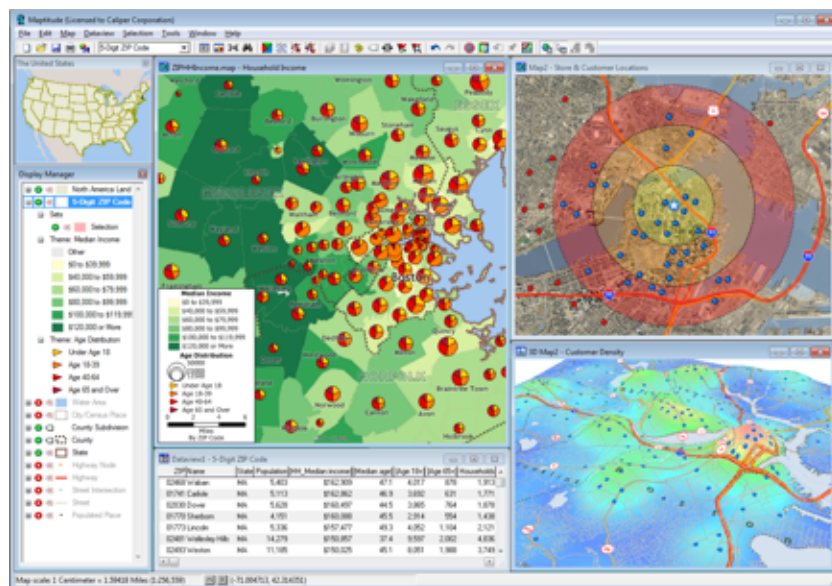


Figura 2.20: Interfaz de la aplicación Caliper.

Dragon/ips [53]

- Software de teledetección con herramientas SIG.

Envoy [54]

- Orientado a teledetección.
- Herramientas para el análisis de imágenes.
- Autocad Map 3D.
- Toda la fuerza de Autodesk aplicada al SIG.
- Integración de CAD y SIG.

Erdas [55]

- Líder en teledetección.
- Numerosas herramientas para tratamiento de imágenes.
- Las nuevas versiones integran la teledetección con la fotogrametría y el SIG.
- El ejemplo 2.21 [55] es un ejemplo del interfaz de usuario del software.

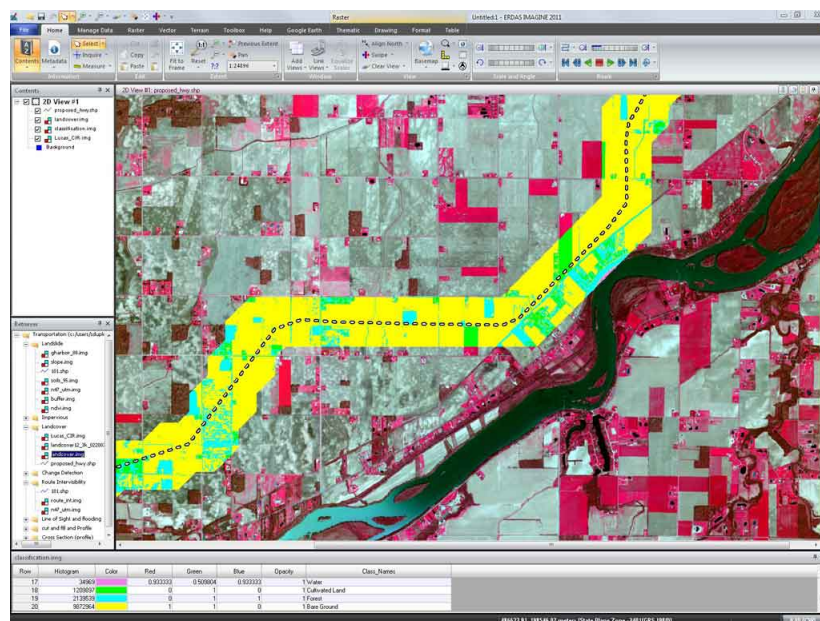


Figura 2.21: Interfaz de la aplicación Erdas.

Field-Map [56]

- Orientado a ecosistemas forestales.

GeoConcept [57]

- Orientado al geomarketing y 'bussines intelligence'.

GeoMedia [58]

- Intergraph es la gran rival de ESRI.
- Software semiabandonado, no recibe demasiadas actualizaciones.
- Ampliamente usado en proyectos cartográficos.
- Sin soporte para PostGis.
- Muchas herramientas para la consulta de tablas asociadas.
- La figura 2.22 [59] es un ejemplo de interfaz de usuario del software.

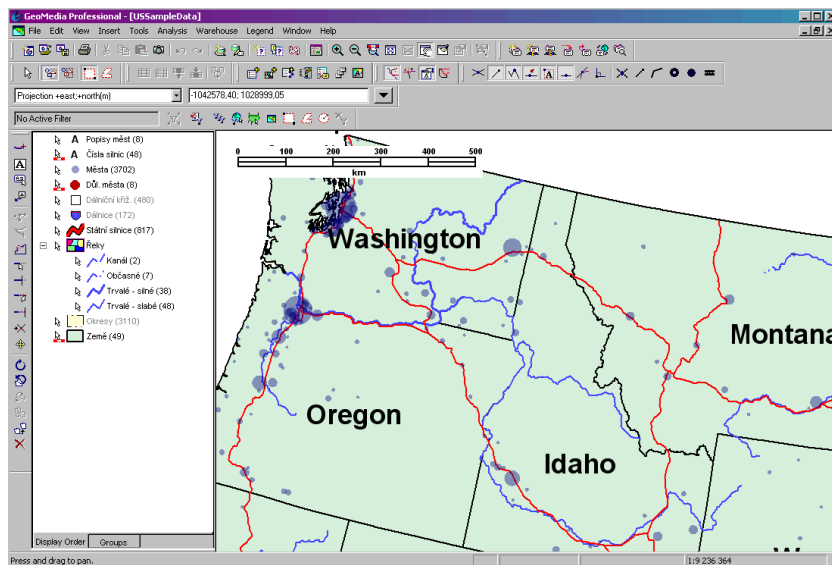


Figura 2.22: Interfaz de la aplicación GeoMedia.

GeoSoft [60]

- Orientado a las explotaciones de recursos naturales.

GeoTime [61]

- Añade componente temporal a los análisis geográficos.
- La figura, 2.23 obtenida de [61], muestra un mapa y su tabla asociada.

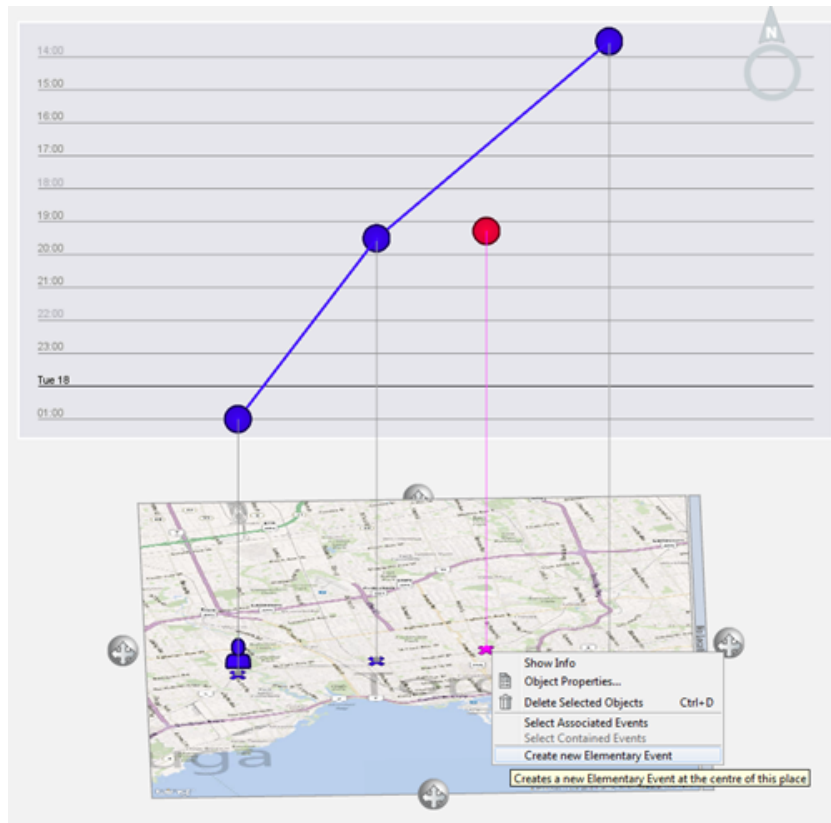


Figura 2.23: Ejemplo visualización de mapa y tabla de GeoTime.

Idrisi [62]

- Fácil integración con programas realizados en Delphi, Visual C++, Visual Basic, o VBA.
- Orientado a la teledetección y procesamiento de imágenes.
- Buenas herramientas para modelado y análisis de tendencias, así como cambios en usos del suelo.
- La figura 2.24 [63] muestra el interfaz de usuario del software.

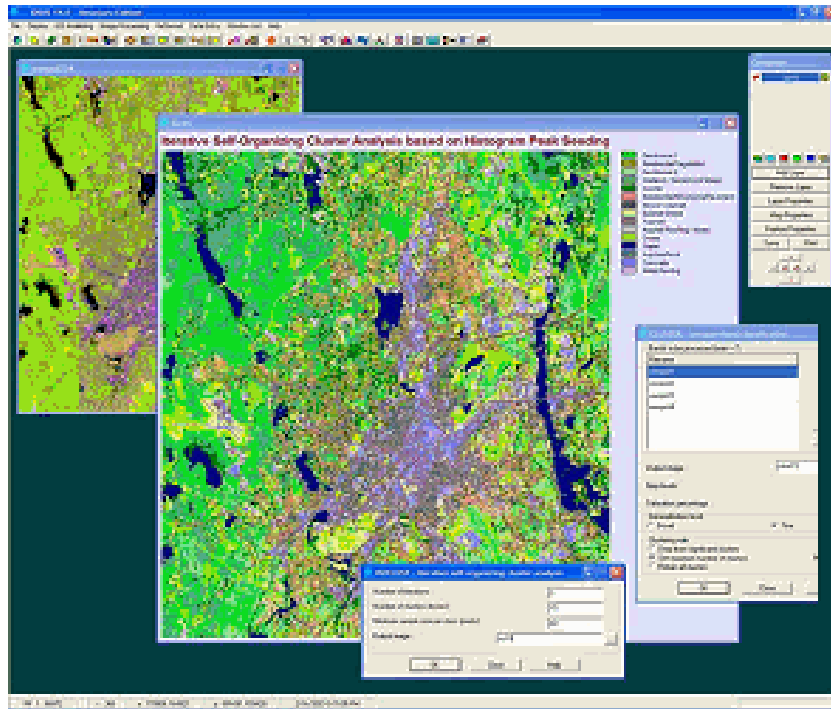


Figura 2.24: Interfaz de la aplicación IDRISI.

Manifold [64]

- Gran conectividad con bases de datos.
- El primero en incorporar soporte para NVIDIA Cuda.
- La figura 2.25 [64] es un ejemplo de interfaz de usuario.

MapInfo [65]

- Herramientas de visualización temporal.
- Numerosas herramientas de geoprocésamiento.

RegioGraph [66]

- Orientado al análisis de mercados con numerosas herramientas para ello.

SpatialInfo [67]

- Orientado a gestión de redes de telecomunicaciones.

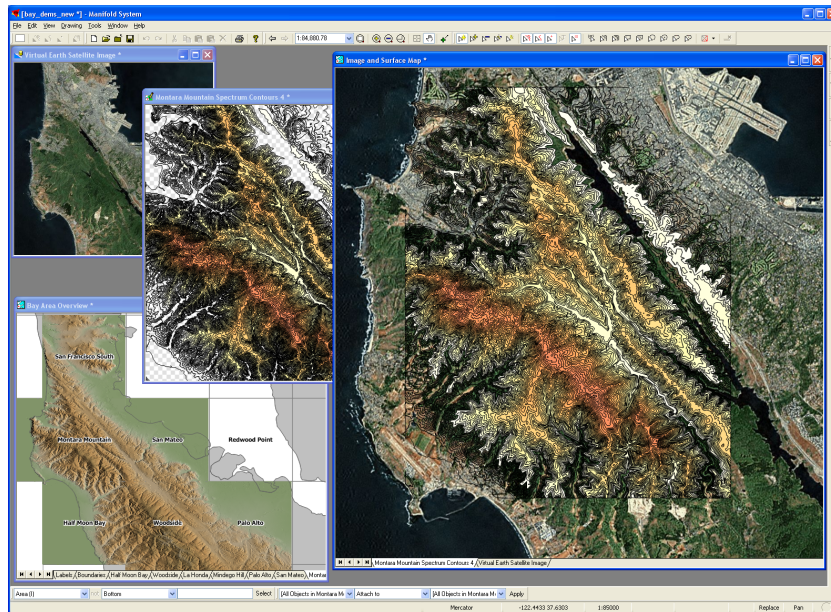


Figura 2.25: Interfaz de la aplicación Manifold.

SmallWorld [68]

- Propiedad de General Electric.
- Muy usado en gestión pública. SmallWorld [68]
- Propiedad de General Electric.
- Muy usado en gestión pública.

WTHGIS [69]

- Orientado a las entidades de gobierno local.
- Incluye herramientas como CrimeMapper, ThinkGIS y Automatic Vehicle Location.

Por otro lado existe una grandísima variedad de productos 'open source':

CapaWare [70]

- C++.
- Desarrollado por el Instituto Tecnológico de Canarias.
- Herramientas para la simulación de incendios.

- La figura 2.26 [70] muestra el interfaz de usuario del software.

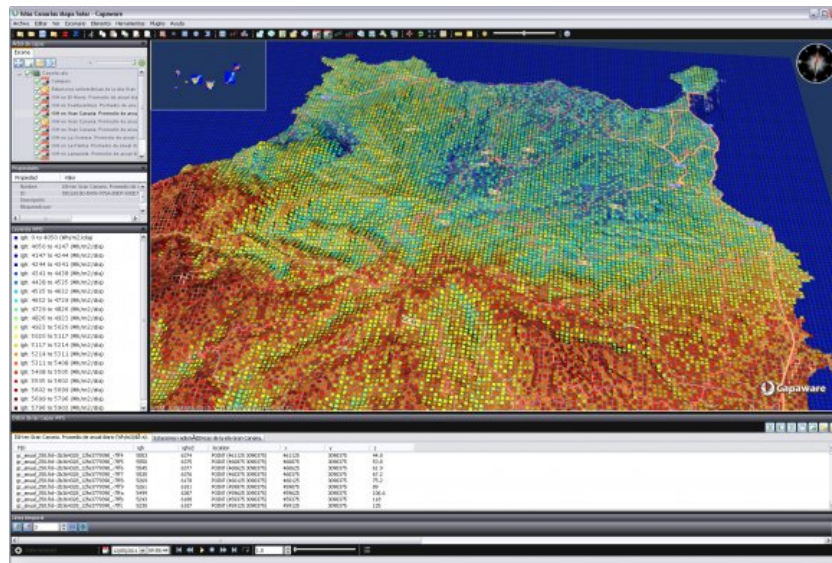


Figura 2.26: Interfaz de la aplicación CapaWare.

FalconView [71]

- C++.
- Forma parte de Portable Flight Planning software de las fuerzas aéreas de USA.

Grass [72]

- C++.
- Gran potencia en análisis raster.
- Uso complejo.
- Basado en GDAL y PROJ4.
- La figura 2.27 obtenida de [73] es un ejemplo de interfaz de usuario.

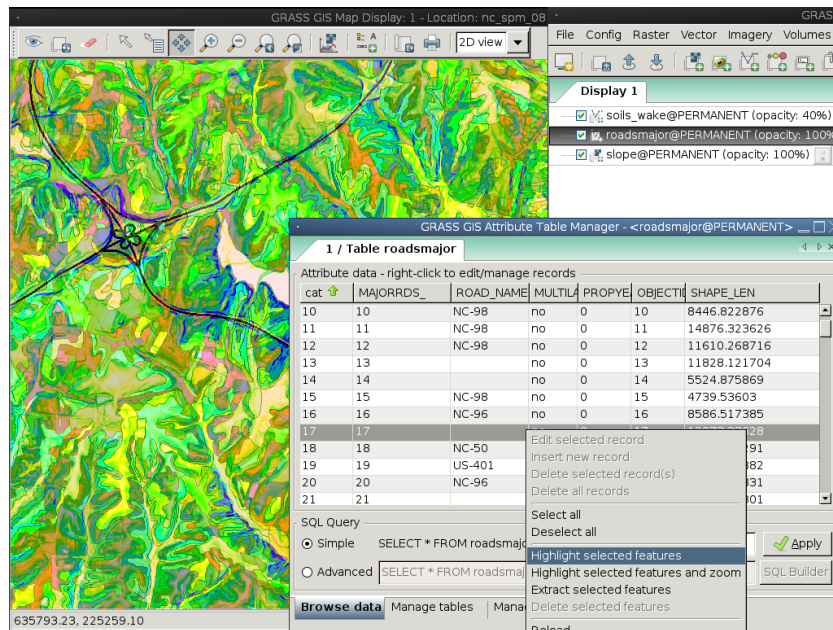


Figura 2.27: Interfaz de la aplicación Grass.

gvSig [74]

- Desarrollado por el gobierno local de la comunidad valenciana.
- Java.
- Gran comunidad detrás.
- Muchas herramientas disponibles.
- Integración con Sextante y, a través de este, de Grass.
- Desarrollando gvSig Mobile.
- La figura 2.28 [4] es un ejemplo de interfaz de usuario del software.

ILWIS [75]

- Integrated Land and Water Management.
- Orientado a la gestión hidrológica.

Kalypso [76]

- Java y Geography Markup Language (GML) 3.
- Orientado a simulaciones hidrológicas.

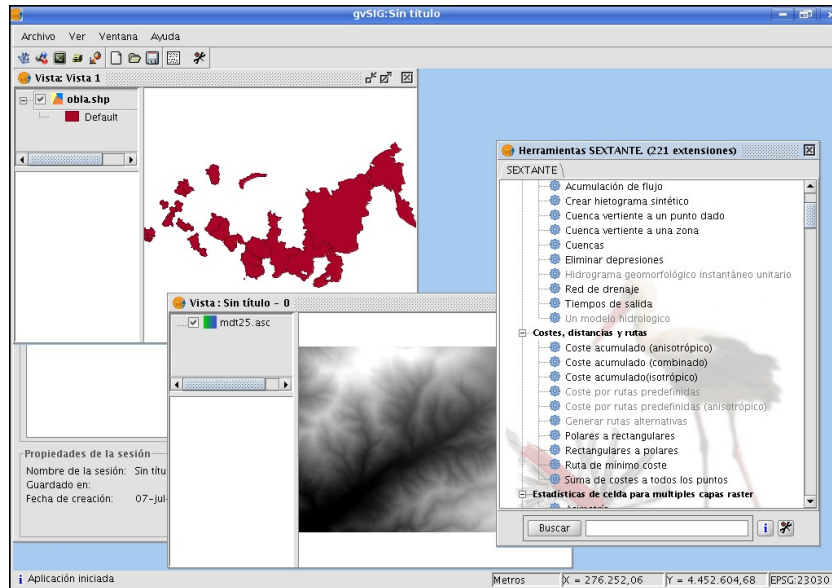


Figura 2.28: Interfaz de la aplicación gvSig.

Kosmo [77]

- Java.
- Geotools y JTS.
- Numerosos proyectos alrededor: Kosmo Server, Kosmo Desktop, Kosmo Client, Kosmo móvil.
- Integración con Sextante.
- La figura 2.29 [78] muestra un ejemplo de interfaz de usuario.

OpenJump [79]

- Java.
- Primer SIG de escritorio 'open source'.
- Sucesor de Jump gracias a la colaboración de numerosos estamentos que desarrollaban sus propios SIG de escritorio.
- Principal impulsor de GML.
- Funcionalidad limitada. Centradas en formato vector.
- Punto de partida para Kosmo, tirolJump, the-Merge, GeoPista, SkyJump y deeJump.

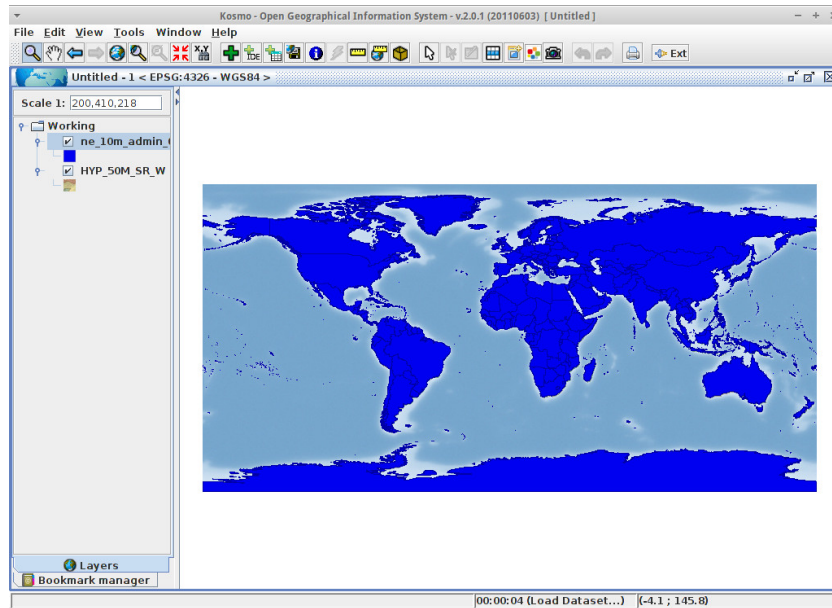


Figura 2.29: Interfaz de la aplicación Kosmo.

QGis [80]

- C++.
- Continuación de Grass mejorando el interfaz y la usabilidad.
- Numerosas herramientas. Posibilidad de incorporar plugins en Python.
- Gran conectividad con Bases de datos (BBDD).
- Basado en GDAL y OGR.
- La figura2.30 [80] es un ejemplo de interfaz de usuario.

Saga [81]

- C++.
- Orientado a raster.
- Alternativa a IDRISI.
- No soporta estándares OGC.
- La figura2.31 [4] muestra el interfaz de la aplicación.

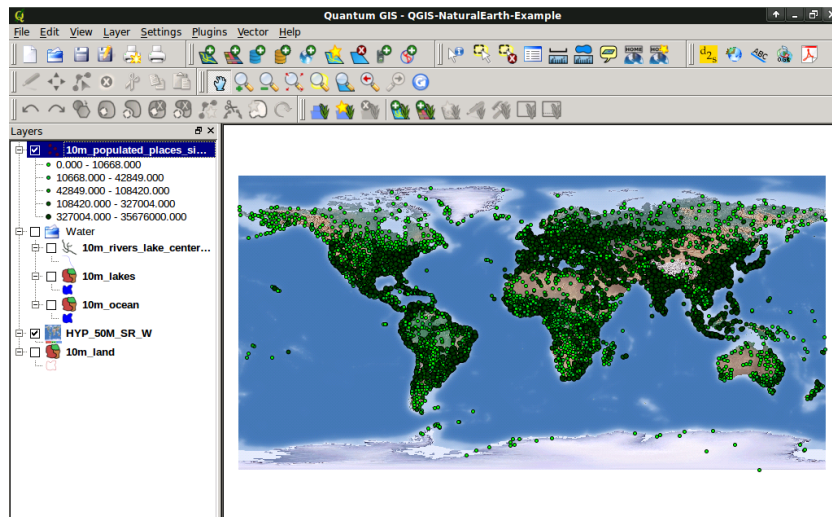


Figura 2.30: Interfaz de la aplicación QGIS.

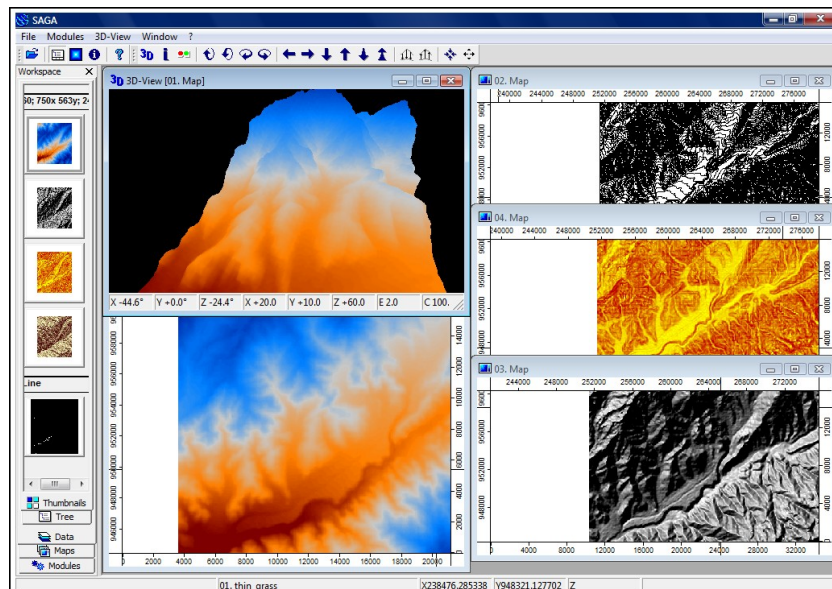


Figura 2.31: Interfaz de la aplicación SAGA.

TerraView [82]

- Interfaz para la librería TerraLib, con las herramientas típicas de un SIG.

UDig [83]

- Desarrollado por la misma empresa que PostGIS.
- Java y basado en eclipse.
- Gran comunidad de usuarios.

- Gran integración con Geotools y GeoServer.
- La figura 2.32 [84] es un ejemplo de interfaz de usuario del software.

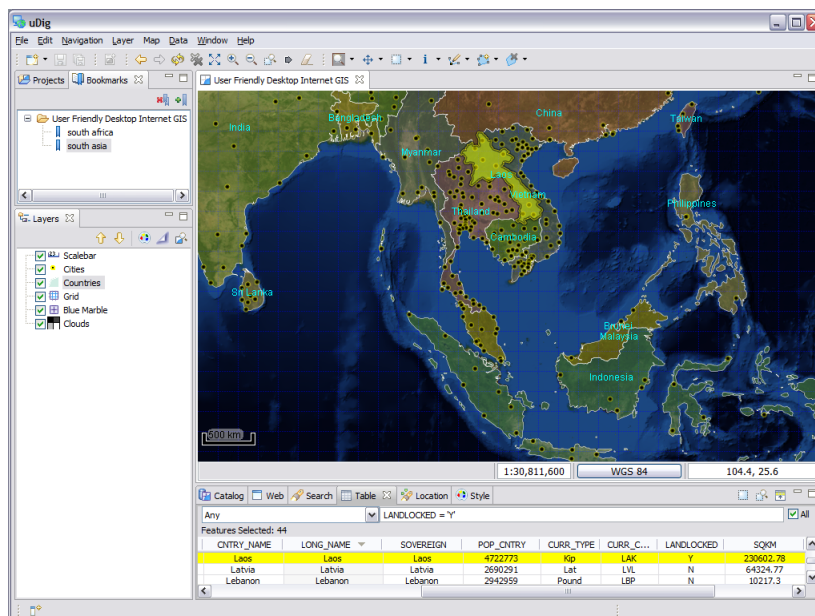


Figura 2.32: Interfaz de la aplicación uDig.

Whitebox GAT [85]

- Java.
- Software totalmente transparente.

Todos los anteriores tienen sus puntos fuertes y también sus debilidades. El dominador de la actualidad SIG privativo es ArcGIS de ESRI, mientras que gvSIG y QGIS son, quizás, los más destacados dentro del software libre.

2.3 WEB GIS

Internet, como no podía ser de otra manera, ha transformado los SIG. A día de hoy, cualquier persona puede crear sus propios mapas y compartirlos en pocos minutos y con pocos movimientos de ratón.

Esto no significa que los mapas analógicos estén desapareciendo, simplemente se genera mucha más cartografía en la red que en papel. Todo ello contribuye,

como se comentaba en apartados anteriores, al cambio de la tipología de usuario de los SIG y en el su acercamiento a la vida cotidiana.

Conceptos como geolocalización o geomarketing se incorporan al vocabulario de personas no técnicas gracias a Internet y a la gran cantidad de proyectos que surgen cada día para ofrecer distintos servicios. Todo el mundo conoce Google Maps y raro es que a la hora de planificar una ruta no se visite su página. Además, la compañía de Mountain View, ha dado una vuelta más con el fantástico Google Fusion Tables [86], capaz de pasar de una tabla a un mapa incorporando la información de las celdas como se ve en la figura 2.33 [86].

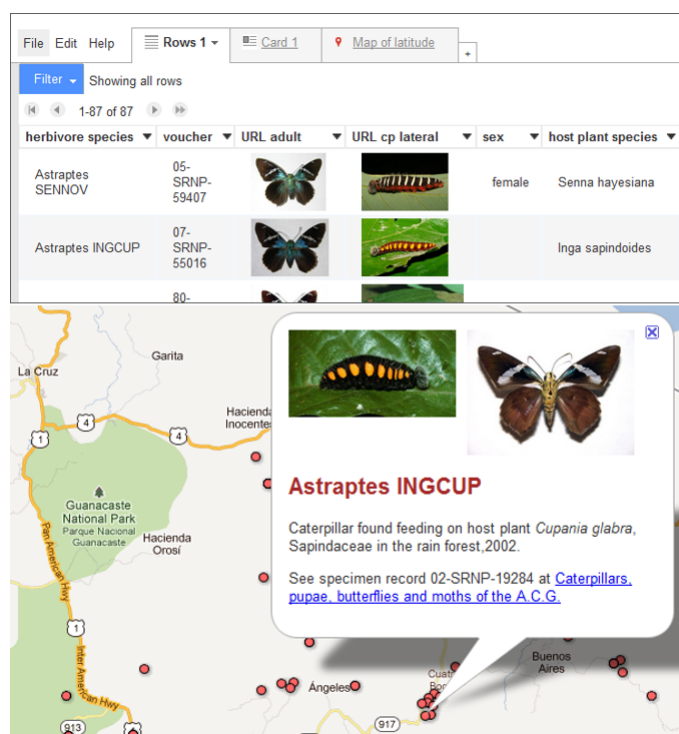


Figura 2.33: Mapa y tabla asociada de Fusion tables.

Otro ejemplo de SIG cotidiano es la web de Idealista (2.34 y 2.35 ambas obtenidas de [87]).

Es un gran valor añadido el poder ver donde está el inmueble que intentas encontrar o saber que necesitas un apartamento en determinado código postal.



Figura 2.34: Mapa de municipios en el Idealista.

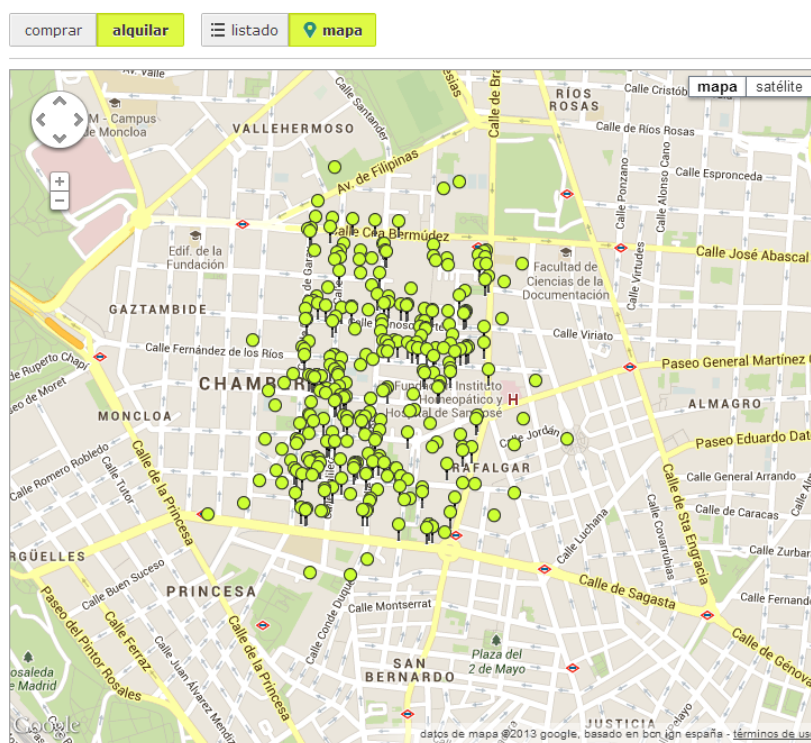


Figura 2.35: Mapa de inmuebles en alquiler en Madrid.

Dos interesantes proyectos son IkiMap [88] y TargetMap [89], ambos desarrollados en España, mas concretamente, en Galicia y Cataluña respectivamente. Las posibilidades son similares, crear mapas desde cero o partiendo de archivos Keyhole Markup Zipped (KMZ) o KML de Google o SHP de ESRI. La ventaja principal que tiene TargetMap es la posibilidad de incorporar archivos excel desde donde importar la información asociada. En ambos se puede encontrar la más variada información desde rutas de senderismo hasta mapas mas completos representando realidades sociales.

La figura 2.36 se ve la pantalla inicial de IkiMap [88].

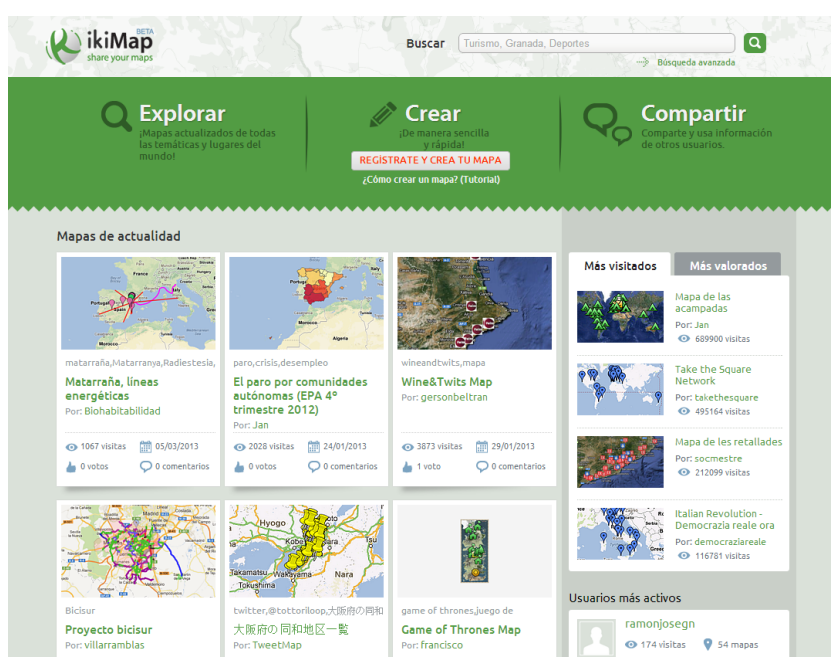


Figura 2.36: Pagina inicial del portal IkiMap .

Por otro lado esta TargetMap, como se ve en la figura 2.37 [89], los mapas muestran información adicional muy valiosa.

En ambos proyectos se observa la tendencia de lo que se habla: crear, descubrir y compartir, sobre todo compartir.

El gigante de los SIG también lanzó, recientemente, su ArcGIS Online [90]. Esta es una de las mejores herramientas disponibles, pero sus mejores características son de pago. Al igual que pasa con el software de escritorio y el ArcGIS for Server, sus licencias son caras. Sin embargo, sí se puede compartir y crear sencillos mapas con solo registrarse, teniendo en cuenta que todo está desarrollado para que

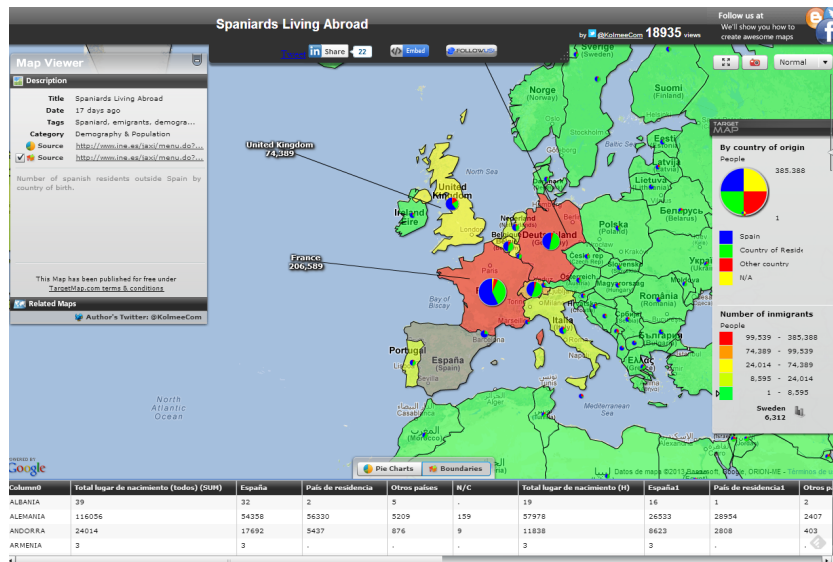


Figura 2.37: Mapa de españoles por Europa de TargetMap.

se interactúe con su otro software. El mapa resultante está muy cuidado, como se ve en la figura, de elaboración propia, 2.38.

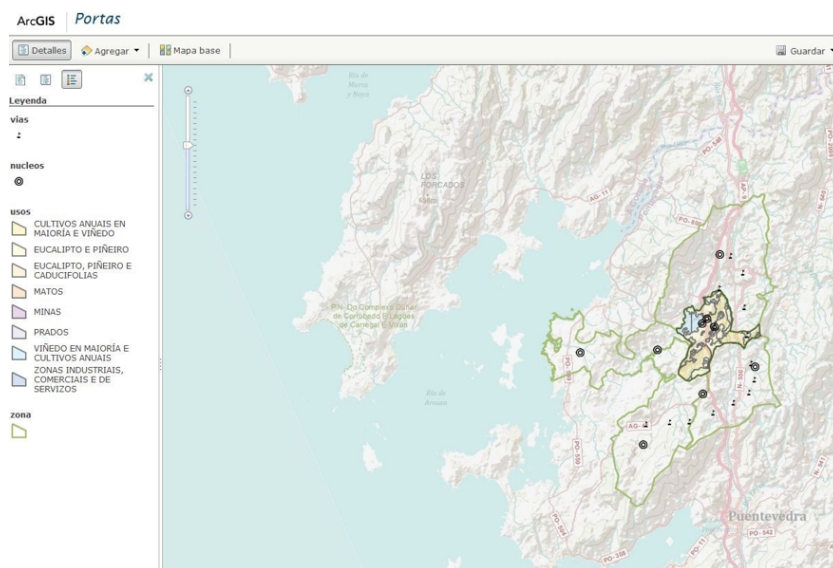


Figura 2.38: Mapa de usos del suelo del municipio de Portas en ArcGis Online.

La tendencia actual en internet son las herramientas colaborativas. OSM [91] fue uno de los pioneros en permitir a los usuarios cartografiar las ciudades; su éxito es total y está en constante evolución. Como se ve en la figura 2.39, son mapas con una representación muy cuidada.

Otro caso de éxito es Waze [92], recientemente comprada por Google, creadora del denominado GPS social. Se trata de una comunidad en aumento que indica en un mapa eventos en la carretera como atascos, controles policiales, accidentes, etc. Gracias a esto otros conductores puede optimizar las rutas en función de los diferentes eventos. La figura 2.40 [92] muestra su funcionamiento.

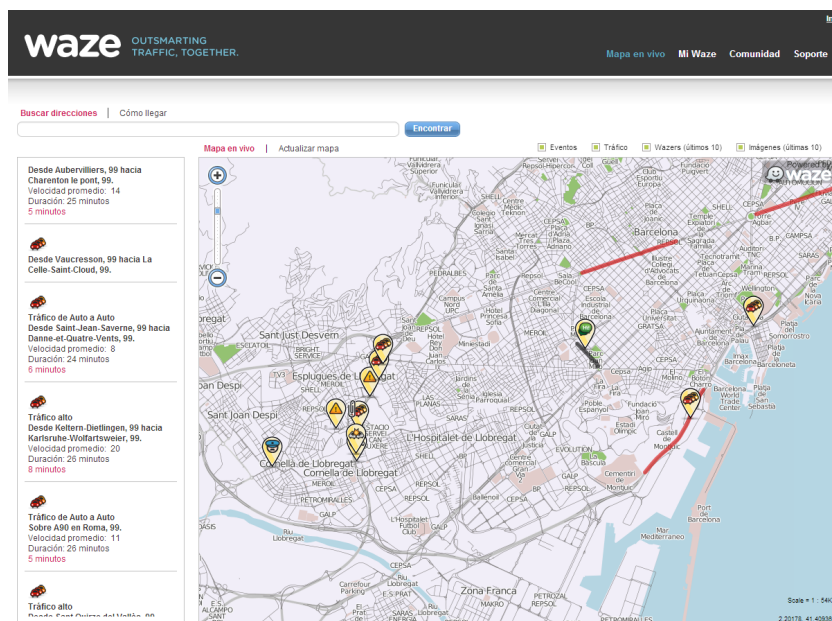


Figura 2.40: Eventos añadidos en Barcelona por usuarios de Waze.

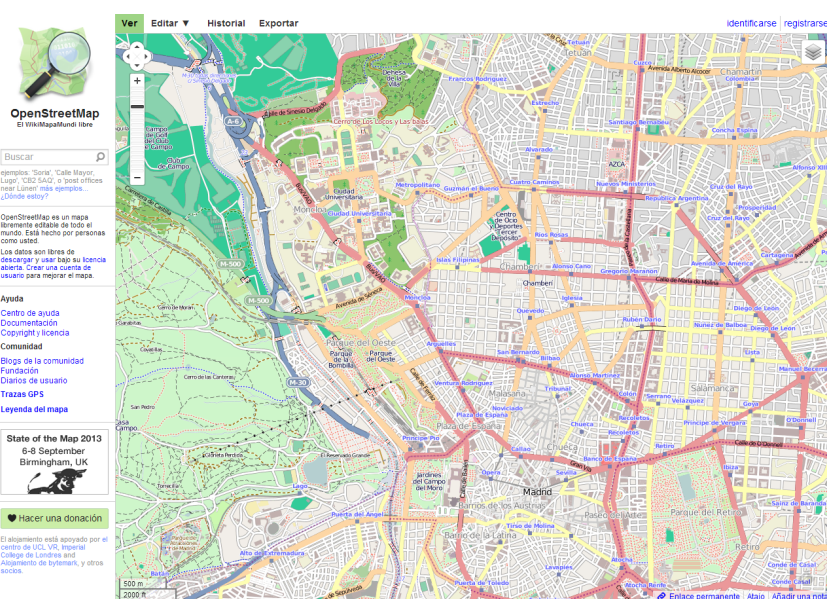


Figura 2.39: Madrid cartografiado por OpenStreetMap.

información geográfica es crítica para promover el desarrollo económico, mejorar nuestra gestión de recursos naturales y proteger el medio ambiente...” surge en ese mismo año el Open GIS Consortium, sin ánimo de lucro, aunando a más de 370 empresas del sector SIG, universidades, administraciones... para promover el desarrollo de técnicas y estándares abiertos y definir las especificaciones públicas de arquitecturas, modelos e interfaces. Esta interoperabilidad es el concepto alrededor del cual giran los servicios que se ofrecen, de manera que, para encadenar diferentes servicios, no se necesiten conocimientos específicos. Estas especificaciones han de ser definidas por consenso e independientes de la tecnología informática.

La figura 2.43 [95] es un resumen perfecto del panorama actual de los servicios OGC [96].

Según ISO/IEC TR 14252 Open System Environment Model los servicios más importantes con definiciones de [97] se pueden separar en:

- Interacción humano-ordenador: visualizar, editar y catálogo de servicios.
- Gestión de información: servicios de mapas, coberturas y catálogo.
- De comunicación, que incluyen servicios de codificación.
- De administración, control de acceso y ejecución.
- De procesamiento:

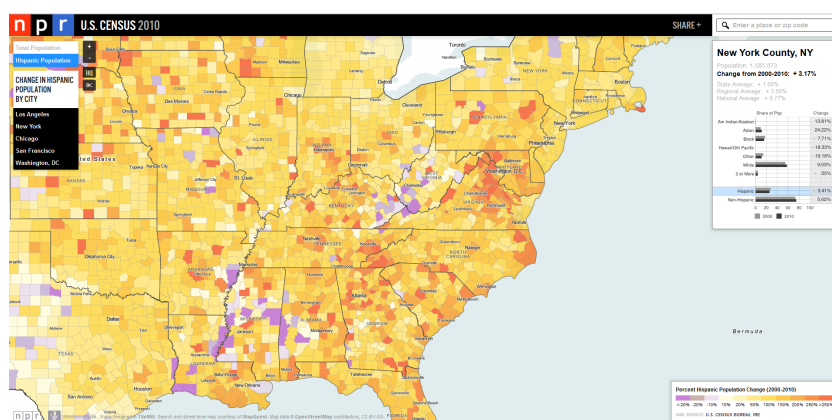


Figura 2.42: Mapa del censo de USA con MapBox.

OGC Geoprocessing Standards

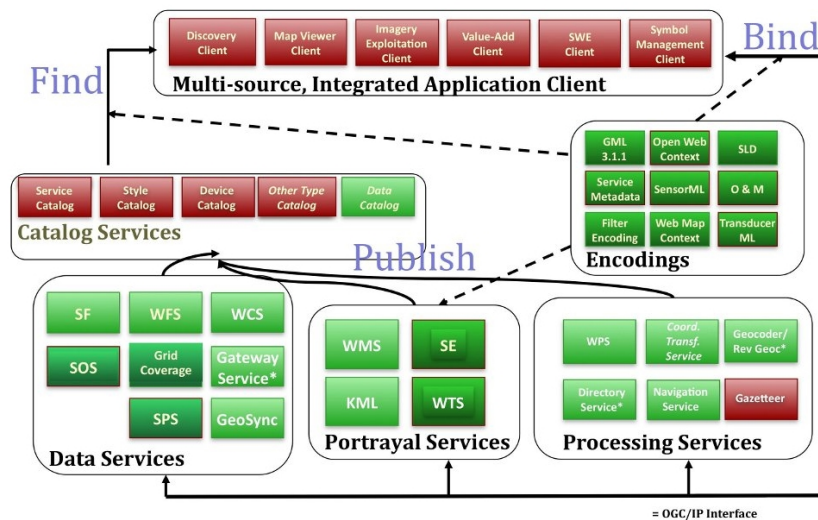


Figura 2.43: Esquema de los servicios OGC.

- Espaciales: conversor de coordenadas, geolocalización, geocodificación.
- Temporales: referencias temporales.
- Análisis: servicios estadísticos.

A continuación, se resumen brevemente los principales:

2.3.1.1 CSW

“Especifica un patrón de diseño para la definición de interfaces para la publicación y búsqueda de colecciones de información descriptiva (metadatos) sobre datos geoespaciales, servicios y objetos de información relacionada. Proveedores de recursos, como por ejemplo los de contenidos, utilizan catálogos para registrar metadatos que se ajustan al modelo de información del proveedor; dichos modelos incluyen descripciones de referencias espaciales e información temática. De esta forma, las aplicaciones cliente pueden buscar datos y servicios geoespaciales de formas muy eficientes.” [98].

La organización de los metadatos y los servicios disponibles es fundamental a la hora de implementar un IDE.

2.3.1.2 GML

“Es una definición eXtensible Markup Language (XML) para expresar y comunicar features geográficas. GML constituye por tanto un lenguaje de modelado para sistemas geográficos, así como un formato de intercambio abierto para transacciones de información geográfica a través de Internet.” [99].

Soporta geometrías complejas, sistemas de referencia espaciales y temporales, topología, unidades de medida, metadatos, etc. Permite a usuarios y desarrolladores describir genéricamente conjuntos de información geográfica. Usando esquemas, como se ve en la figura 2.44, se puede referir a una carretera en vez de a una línea, o a una torre de alta tensión en vez de un punto.

```
<cityObjectMember>
  <grp:CityObjectGroup gml:id="Storey_0">
    <gml:name>Sample Storey 0</gml:name>
    <gml:name>storeyNo_0</gml:name>
    <grp:class>building_separation</grp:class>
    <grp:function>lod4Storey</grp:function>
    <grp:groupMember xlink:href="#FloorSurface_1"/>
    <grp:groupMember xlink:href="#Door_1"/>
    <unr:storeyProperty>
      <unr:Storey>
        <unr:heightAboveGround uom="#m">0.0</unr:heightAboveGround>
        <unr:heightToCeiling uom="#m">5.0</unr:heightToCeiling>
      </unr:Storey>
    </unr:storeyProperty>
  </grp:CityObjectGroup>
</cityObjectMember>
<cityObjectMember>
  <bldg:Building>
    <bldg:boundedBy>
      <bldg:FloorSurface gml:id="FloorSurface_1">
        <gml:name>Sample FloorSurface 1</gml:name>
        <bldg:lod4MultiSurface>
          <gml:MultiSurface>
            <gml:surfaceMember>
              <gml:Polygon>
                <gml:exterior>
                  <gml:LinearRing>
```

Figura 2.44: Código GML.

2.3.1.3 WMS

“Proporciona un interface HTTP para la petición de imágenes de mapas registradas desde una o más bases de datos geoespaciales. La respuesta a la petición es una o más imágenes de mapas (devueltas como JPEG, PNG, etc.) que se pueden visualizar en buscadores y aplicaciones desktop.” [100].

El estándar WMS define tres operaciones:

- GetCapabilities (requerido): obtiene los metadatos del servicio, que constituyen una descripción interpretable automáticamente (y también legible) de in-

formación del contenido de los WMS y los parámetros de petición aceptados por el servicio.

- http://galileo.icc.es/wms/servlet/icc_bt5m_v_r?SERVICE=WMS&VERSION=1.1.1&REQUEST=GetCapabilities
- GetMap (requerido): obtiene un mapa (figura 2.45) con unos parámetros geoespaciales y dimensionales bien definidos.
 - http://ogc.larioja.org/wms/request.php?SERVICE=WMS&VERSION=1.3.0&REQUEST=GetMap&LAYERS=Masas_de_agua,Nucleos_urbanos&STYLES=default,default,default,default&FORMAT=image/png&CRS=EPSG:25830&BBOX=539840.2,4695887.5,552440.2,4706450.0&WIDTH=1008&HEIGHT=845

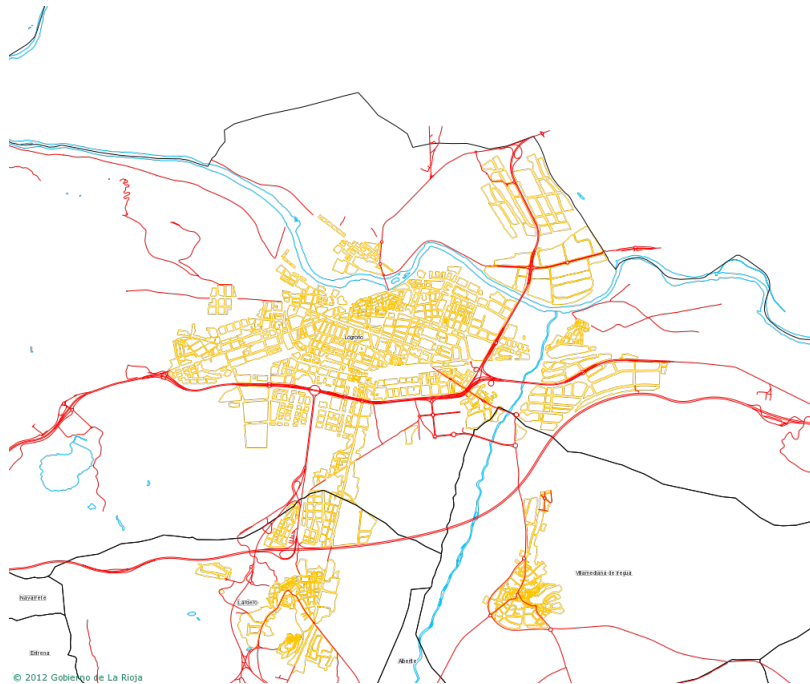


Figura 2.45: Resultado GetMap de un WMS.

- GetFeatureInfo (opcional): pregunta por información sobre una entidad feature en particular, de las mostradas en el mapa.

Es uno de los estándares más usados desde su implantación pese a que solo se limita a mostrar imágenes. Puede ser lo que mejor se ajusta cuando realmente no se quiere compartir la información.

2.3.1.4 WCS

“El estándar WCS define un estándar de interface y operaciones que permiten el acceso interoperable a “coberturas” geospaciales. El término “grid de coberturas” (en inglés “grid coverages”) se refiere típicamente a contenidos del tipo imágenes de satélite, fotos aéreas digitales, datos digitales de elevación, y cualquier otro fenómeno que se pueda representar en puntos de medida.” [101].

La imagen 2.46 muestra el mapa obtenido en un servicio de este tipo.

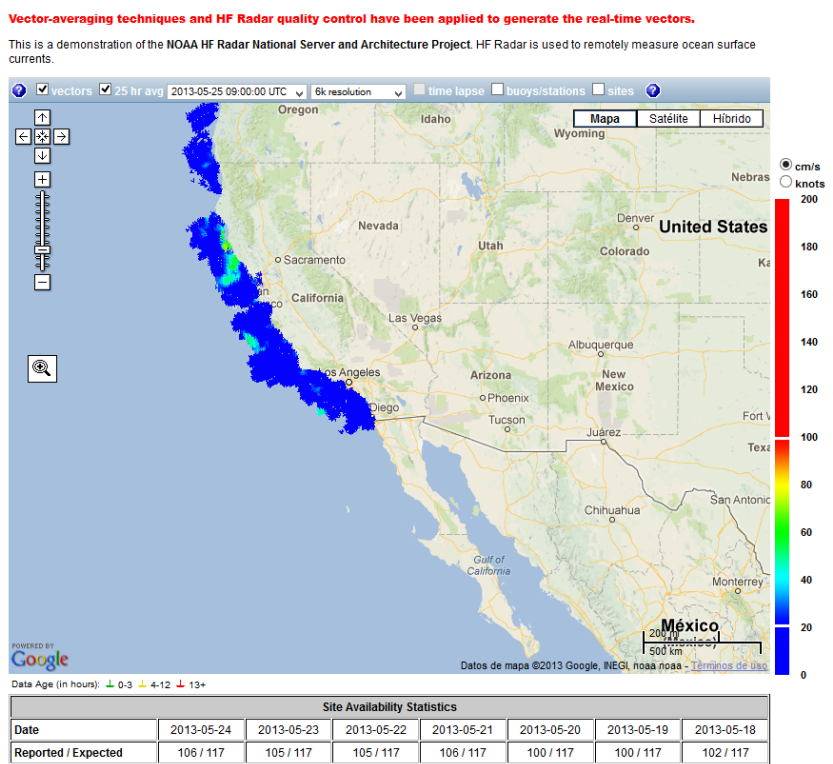


Figura 2.46: Resultado de un mapa WCS.

2.3.1.5 WFS

“El estándar WFS define operaciones Web de interface para la consulta y edición de entidades geográficas (en

inglés features) vectoriales, como por ejemplo carreteras o líneas de contorno de lagos.” [102].

- GetCapabilities: Descubrir las colecciones de entidades disponibles.
- DescribeFeatureType: Describir los campos de atributos disponibles por entidades.
- GetFeature: Consultar una colección para un subconjunto de entidades basado en un filtro proporcionado.
- Transaction: Añadir, editar o borrar entidades.

Este servicio aumenta significativamente la utilidad del servicio, se puede descargar a un fichero local y tratar la IG con un SIG de escritorio o simplemente editar desde la web.

La figura 2.47 obtenida de [103] muestra un ejemplo de las posibilidades de este servicio.

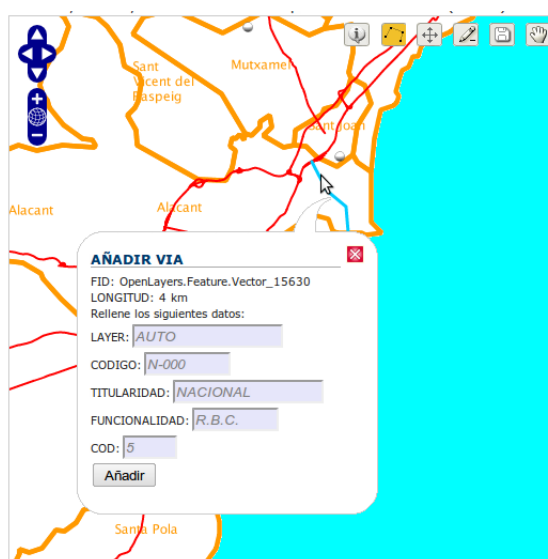


Figura 2.47: Servicio WFS para edición de elementos.

2.3.1.6 WPS

“El estándar WPS proporciona unas reglas para la estandarización de la entrada y salida (peticiones y respuestas) para servicios de procesamiento geoespacial, como por ejemplo, operaciones con polígonos y sus entradas y salidas. Describe cómo acceder a procesos geoespaciales desde

un interface web. Los procesos abarcan cualquier algoritmo, cálculo o modelo que operen sobre datos raster o vectoriales georreferenciados. Un WPS puede exponer cálculos tan simples como una sustracción entre dos conjuntos de números georreferenciados, restando uno de otro (p.e., determinar la diferencia en casos de gripe entre dos estaciones diferentes), o tan complicados como un modelo de cambio climático global.” [104].

Una de las mayores ventajas que aporta este servicio es que simplemente con un explorador web se pueden realizar complejos procesos que de otra manera necesitaría potentes ordenadores.

Uno de los numerosos ejemplos es el de IDE Canarias en la figura 2.48, donde se devuelve mediante XML la altitud de unas coordenadas X e Y:

1. Petición:

- `http://idecan5.grafcan.es/ServicioWPS/mdt?request=execute&datainputs=x=370920;y=3154178;srs=32628`

2. Resultado:

```

▼<wps:Process wps:processVersion="0.1">
  <ows:Identifier>mdt</ows:Identifier>
  <ows:Title>Modelo digital del Terreno</ows:Title>
  ▼<ows:Abstract>
    Recuperamos la altura de una determinada coordenada
  </ows:Abstract>
</wps:Process>
▼<wps:Status creationTime="Sun May 26 11:34:59 2013">
  <wps:ProcessSucceeded>PyWPS Process mdt successfully calculated</wps:ProcessSucceeded>
</wps:Status>
▼<wps:ProcessOutputs>
  ▼<wps:Output>
    <ows:Identifier>z</ows:Identifier>
    <ows:Title>z</ows:Title>
    ▼<wps:Data>
      <wps:LiteralData dataType="float">730.0</wps:LiteralData>
    </wps:Data>
  </wps:Output>
</wps:ProcessOutputs>
</wps:ExecuteResponse>

```

Figura 2.48: Resultado de un servicio WPS.

2.3.1.7 Sensor Web Enablement (SWE)

“El estándar SWE permite a los desarrolladores todo tipo de sensores, transductores y repositorios de datos de sensores para descubrir, acceder y utilizar a través de la web.” [105].

La figura 2.49 [105] resume los distintos tipos de sensores y sus funcionalidades desde la web, es decir,

conectados a la red, reportando en tiempo real, leer datos remotamente e incluso manejarlos.

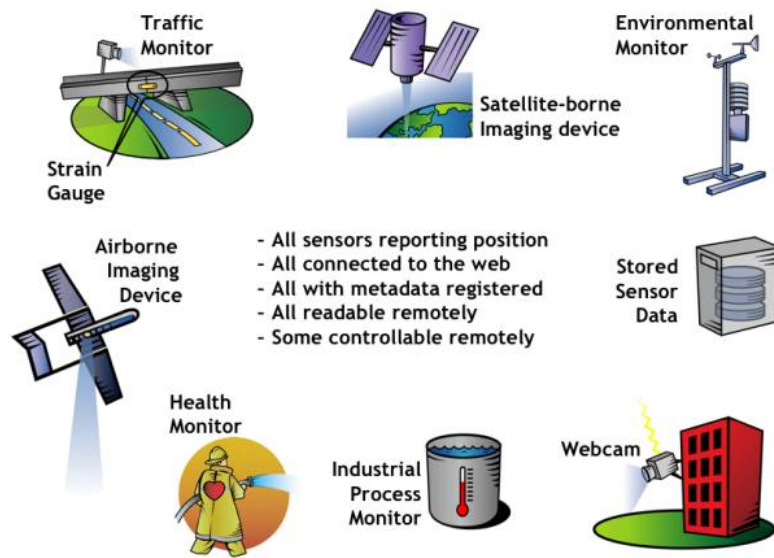


Figura 2.49: Diferentes tipos de sensores.

2.3.1.8 *Sensor Model Language (SML)*

“El estándar SML describe un modelo de información y codificaciones XML que permiten el descubrimiento y la programación de sensores integrados en la web (en inglés web-resident sensors), así como la explotación de observaciones de sensores. Dentro de este contexto, permite al desarrollador definir modelos y esquemas XML para describir cualquier proceso, incluyendo mediciones por un sistema sensor, así como procesamiento post-medición.” [106].

- Proporcionar descripciones de sensores y sistemas sensor para gestión de inventario.
- Proporcionar información de proceso y sensor en apoyo al descubrimiento de recurso y observación.
- Soporta procesado y análisis de observaciones del sensor.
- Soporta la geolocalización de valores observados (datos medidos).

2.3.1.9 *Sensor Observation Service (SOS)*

“El estándar SOS es un servicio de datos, define un interface estandarizado y operaciones para el acceso a observaciones desde sensores y sistemas de sensores que es consistente con todos los sistemas, incluyendo remoto, in-situ, fijos y sensores móviles. SOS proporciona resultados de consultas en el formato estándar de observación y medida (en inglés Observation and Measurements, O&M) para modelizar observaciones de sensores y la especificación SML para modelizar sensores y sistemas.” [107].

El estándar SOS define un modelo común para sensores y sistemas sensor que no son de un dominio específico y que se pueden utilizar sin un conocimiento a priori de esquemas de aplicación de dominio específico. Una observación es un evento cuyo resultado es una estimación del valor de alguna propiedad de la característica de interés, obtenida usando un procedimiento específico. Las observaciones se definen por `eventTime`, `featureOfInterest`, `observedProperty`, `procedure`.

Operaciones SOS requeridas incluyen:

- `GetObservation` - acceso a datos de observación y medida del sensor a través de una consulta espacio-temporal que se puede filtrar por un fenómeno.
- `GetCapabilities` - Metadatos del servicio SOS.
- `DescribeSensor` - información sobre los sensores, sus procesos y plataformas en SML.
- Operaciones opcionales incluyen: `GetResult`, `GetFeatureOfInterest`, `GetFeatureOfInterestTime`, `DescribeFeatureOfInterest`, `DescribeObservationType`, `DescribeResultModel`, `Register Sensor`, y `InsertObservation`.

2.3.2 *Introducción a IDE*

El objetivo principal de las IDE es compartir información geográfica. Se puede definir como un servicio donde un cliente accede a IG que proporciona un servidor a través de un geoportal. La figura 2.50 es un esquema de [108].

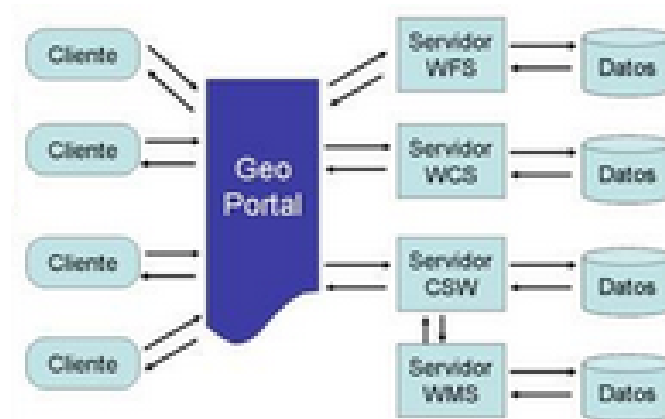


Figura 2.50: Esquema cliente servidor.

El IDE trata de ser un punto de reunión entre tres factores importantes: la técnica y la tecnología, consiguiendo acercar la información geográfica a cada vez más gente sin formación específica, por otro lado, usuarios, ya sean internos o externos respecto a la organización, y por último lo que definen como política, englobando datos y metadatos que influye en la toma de decisiones. La imagen 2.51 del proyecto OTALEX [109], donde participa la IDE de Extremadura, ilustra esta idea.

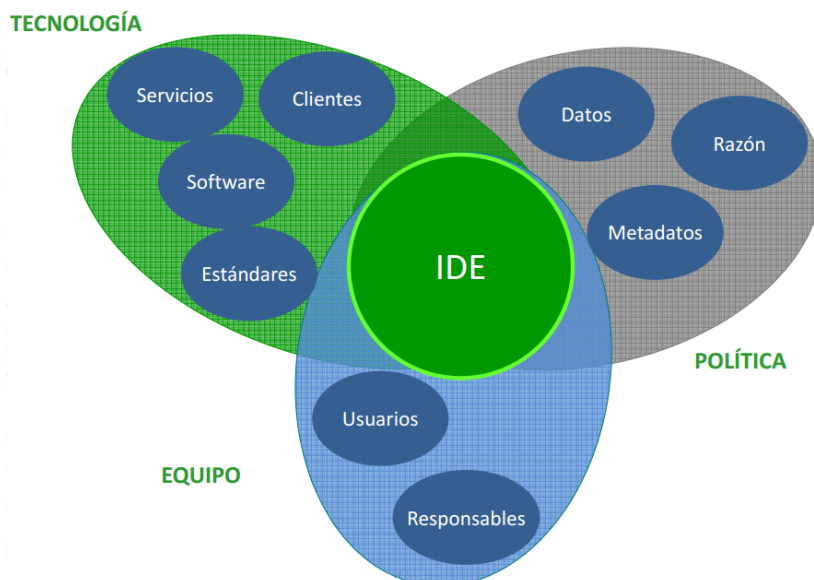


Figura 2.51: Integración de actores en una IDE.

Acorde a los servicios OGC, un IDE puede ofrecer servicios, desde consulta de IG, nomenclator, imágenes satelitales, etc. El geoportal, no deja de ser un servidor

especial que conecta los geoservicios. Habitualmente los geoservicios se encadenan uno tras otro, es decir, si un cliente busca un geoservicio, lo hará a través del catálogo que, a su vez, consulta metadatos de cada servicio y responde el servidor en el que se encuentra, las operaciones, los datos y el estándar que utiliza.

Así pues, una IDE es un ejemplo de arquitectura Service-Oriented Architecture (SOA) especializada en geoservicios.

La directiva INSPIRE trata de ordenar la información de cada Estado europeo, para ello impulsa el mantenimiento de dos conjuntos de datos; los imprescindibles y los fundamentales que, junto con Eurogeographics y EuroGlobalMap, consiguen que la IG de toda la Unión Europea sea homogénea e interoperable. La imagen 2.52 [110] muestra el cronograma de la implantación de INSPIRE en Europa.

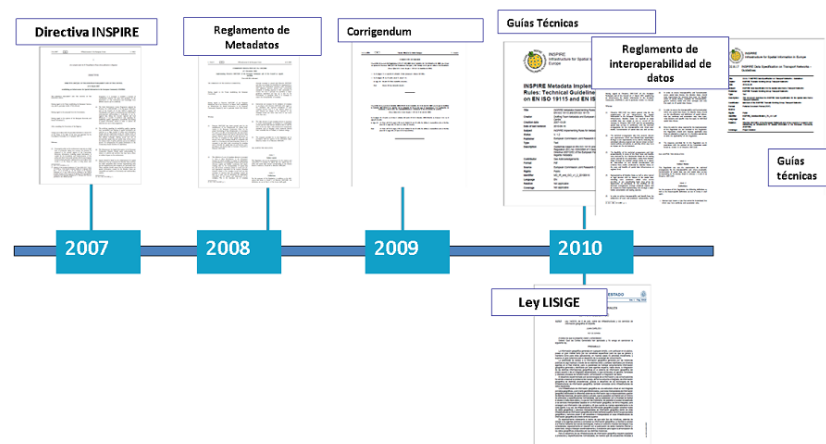


Figura 2.52: Cronograma de implantación de INSPIRE.

Del mismo modo que ocurre en Europa, a escala local, está el Consejo Superior de Geográfico, que hace lo propio con las comunidades autónomas, luchando por una IG de calidad.

Una IDE básica dispone de:

- Metadatos, para consulta de disponibilidad de información.
- CSW, este catalogo usa los metadatos anteriores.
- Nomenclator, capaz de asociar un nombre a unas coordenadas.

- WMS para visualizar la IG.
- WFS para obtener y utilizar la IG,

Adicionalmente, en un IDE más avanzado, se dispone de las siguientes funcionalidades:

- El cliente puede agregar un servicio externo.
- Consultas sobre los servicios WFS o WCS.
- Modificación de la representación de la IG mediante el estándar SLD.
- Actualización y edición de la IG, mediante Web Feature Service Transactional (WFS-T).
- Control de acceso y privilegios de uso.
- Geoprocesos mediante WPS, a partir de IG de WFS o WCS.

2.3.2.1 *Proyectos IDE Europa.*

La Unión Europea establece una IDE europea. El marco legal que regula esta infraestructura es la Directiva 2007/2/CE, del 14 de marzo de 2007, por la que se establece una infraestructura de información espacial en la Comunidad Europea (INSPIRE). Dicha infraestructura debe basarse en las infraestructuras de información geográfica creadas por los Estados miembros.

A partir del geoportal de INSPIRE se encuentra toda la información de servicios, capas, metadatos, etc. La figura 2.53 muestra la pantalla principal.

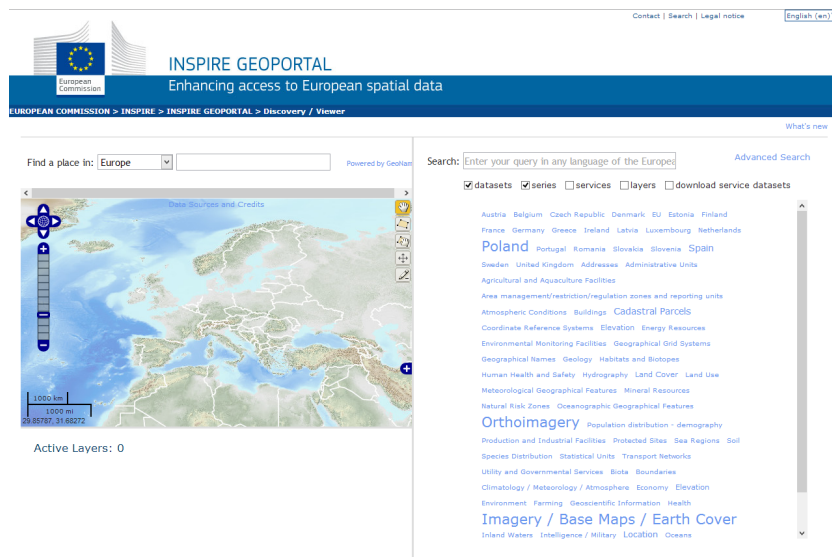


Figura 2.53: Geoportal INSPIRE.

El grupo de información de sistemas avanzados de la Universidad de Zaragoza, publica [111] donde realizan un completo análisis de la situación de los servicios OGC. Como se ve en la figura 2.54, pese a estar en una fase temprana de INSPIRE, ya existían numerosos servicios.

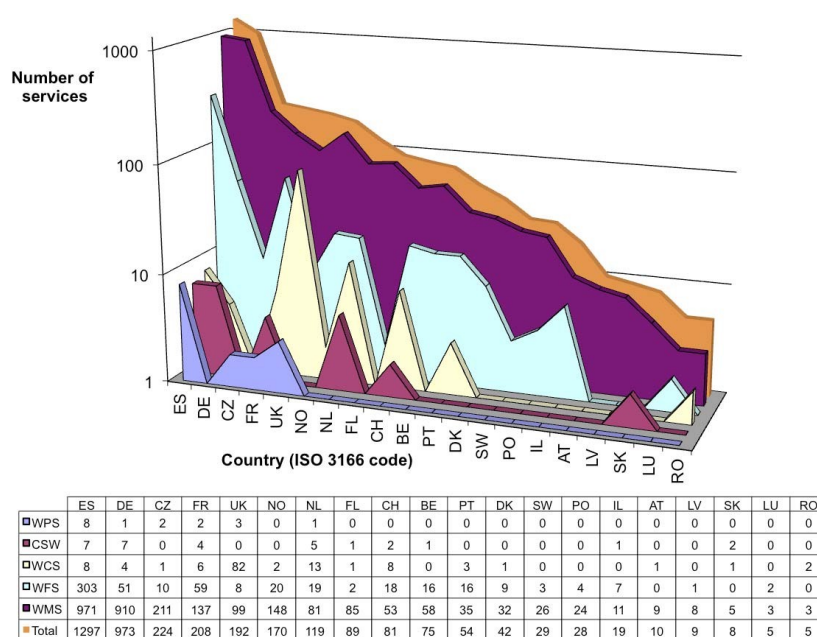


Figura 2.54: Servicios OGC activos 2011.

El mismo departamento realiza una comparación entre el 2010 y 2011, con interesantes resultados; Italia y Alemania están al alza, mientras que es España la que cae

un 11 %. En cuanto a los servicios, bajan WMS y WCS, y sube el WFS. Mención aparte la subida de más de un 200 % de los servicios WPS y en mas de 130 % el CSW. Por otro lado, aparece el SOS.

A día de hoy, la directiva INSPIRE está en constante monitorización, cada año, cada país es responsable de reportar una serie de indicadores para valorar la evolución de la integración de la directiva.

La tabla 2.1 muestra tres indicadores de los últimos reportes de cada país.

	Metadatos (%)	Extensión (%)	Servicios
España	95	98	405532
Alemania	80	99	702.552
R. Checa	86	96	7.109.567
Francia	99	100	4.025.95.
Holanda	71	99	18.938
Finlandia	95	100	9.158.844
Portugal	95	97	-
Dinamarca	88	96	1.853.453
Suecia	83	99	43.011
Eslovenia	80	96	-
Bélgica	80	99	577.899
Austria	77	95	197.887
Eslovaquia	89	97	24.878
Italia	84	96	19.426

Tabla 2.1: Indicadores INSPIRE.

La tendencia es clara, más geoinformación con metadata y más acceso a ella a través de servicios. Este último indicador es, quizás, menos representativo del uso que se da a los servicios, ya que como dice Holanda en su reporte, su IDE trata de tener muy pocos servicios pero con gran cantidad de información, lo que provoca, que con solo una petición a un servidor accedas a mucha más información. La situación de otros países es completamente diferente al incluir, en algunos casos, un único tema en un servicio.

2.3.2.2 *Proyectos IDE América Latina.*

En América Latina existen diferentes niveles de desarrollo en la gestión de la geoinformación provocados por las diferentes perspectivas de cada una de las IDE.

Por ello se desarrollo el Plan de acción conjunto 2013-2015 para acelerar el desarrollo de la IDE de las Américas en el que participan los principales actores:

- Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH) [112].
- Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas (SIRGAS) [113].
- Comité Permanente para la Infraestructura de Datos Geoespaciales de las Américas (CP-IDEA) [114].
- Red Geoespacial de América Latina y Caribe (GeoSUR) [115].

Este documento trata de “armonizar esfuerzos y planes de trabajo, propiciar especialización, evitar duplicidades y preparar a las instituciones relevantes para los continuos cambios tecnológicos e innovaciones que se dan en este campo.”

Una figura importante en el panorama de las IDE en América Latina es el CP-IDEA, que surge en el año 2000, está formado por 24 países, incluidos Canadá y USA. Sus metas están alineadas con los principios de la Agenda 21 de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo [116] con la finalidad de maximizar los beneficios económicos, sociales y ambientales derivados del uso de la información geoespacial.

Además, destaca el programa GeoSUR, que crea la red IG en la web de América Latina, logrando que instituciones como la IPGH mantengan activos y actualizados tanto los servicios como la geoinformación.

Respecto a la situación de los servicios ofrecidos, [108] presenta la tabla 2.2 que aporta una visión global a la situación de las IDE en América Latina.

País	Geoportal	IDE	Meta	Vis.	Nom	CSW	WMS	WFS	WCS
Argentina	www.sig.gov.ar	IDERA	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗
Bolivia	geobolivia.abc.gob.bo	IDE-EPB	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗
Brasil	www.inde.gov.br	INDE	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✗
Chile	www.geoportal.cl	SNIT	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✗
Colombia	www.icde.org.com	ICDE	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✗
Costa Rica	-	INDG	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Cuba	www.iderc.cu	IDERC	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗
Ecuador	www.geoportaligm.gob.ec	IEDG	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Guatemala	www.segeplan.gob.gt	IDEG	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗
Honduras	-	INDEH	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
México	www.inegi.gob.mx	IDEMex	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✗
Panamá	-	IPDE	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Paraguay	-	IDEP	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Perú	www.geoide.gob.pe	SNIG	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗
Uruguay	www.agesic.gu.uy	IDEUy	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗
Venezuela	www.geoportalsb.gob.ve	IDEVEN	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗

Tabla 2.2: Servicios OGC de América Latina.

2.3.2.3 Proyectos IDE España.

En el Real Decreto 1545/2007 aparece ya la Infraestructura Nacional de Información Geográfica. En ese mismo año la IDE España [110] disponía de 3.400 capas. Tres años más tarde, 15.000 capas. Su crecimiento es exponencial, gracias, en parte, a Ley de las Infraestructuras y Servicios de Información Geográfica (LISIGE), que no deja de ser una transposición de INSPIRE al marco legal español.

La Ley 14/2010, de 5 de julio, LISIGE, incorpora al Ordenamiento Jurídico español la Directiva INSPIRE, garantizando su cumplimiento, incluido el establecimiento de la Infraestructura de Información Geográfica de España, que integra el conjunto de infraestructuras de información geográfica y servicios interoperables de información geográfica bajo responsabilidad de las administraciones públicas españolas.

La LISIGE supone la renovación conceptual de la norma básica sobre cartografía en el estado español.

Como se verá más adelante, la mayoría de servicios ofrecidos son los WMS, de manera que los usuarios, ya sean avanzados o no, solo pueden observar la geoinformación sin poder tratarla. Esta es la tónica general en el panorama actual y pese a ello, España está en la cabeza de los países europeos, a tenor del último informe de implantación de INSPIRE, eso implica tanto número de servicios como calidad de los mismos [117].

La IDE España se divide en servicios estatales, autonómicos y locales, y a su vez por tema o ministerio.

A partir de la información obtenida del catálogo se elabora la tabla 2.3 para poder analizar la situación actual de la IDE en España:

	CSW	WMS	WMST	WFS	WCS	WPS
Estatales	10	293	6	33	2	2
Autonómico	18	788	44	30	19	3
Local	11	648	3	192	2	1

Tabla 2.3: Número de servicios OGC.

Un desglose de los servicios a nivel autonómico es la tabla 2.4.

CCAA	Geoportal	IDE	Meta	Vis	Nom	CSW	WMS	WMST	WFS	WCS	WPS	SOS
Andalucía	www.ideandalucia.es	ideAndalucia	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✗
Aragón	sitar.aragon.es	SITAR	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✗
C. Foral de Navarra	idena.navarra.es	IDENA	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✗
C. La Mancha	ccarto.castillalamancha.es	IDE-CML	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗
C. y León	www.cartografia.icvl.es	IDECyL	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✗
Canarias	www.idecan.graifcan.es	IDECanarias	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✗
Cantabria	cartografia.cantabria.es	IdeCantabria	✗	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗
Cataluña	www.geoportal-idec.net	IDEC	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗
C. de Madrid	www.madrid.org/cartografia	ideM	✗	✓	✓	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗
C. Valenciana	www.icv.gva.es	ICV	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✗
Extremadura	www.ideextremadura.es	IDEEExtremadura	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✗
Galicia	sitga.xunta.es	IDEG	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✗
Islas Baleares	www.ideib.cat/	IDeIB	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✗
La Rioja	www.iderioja.larioja.org	iderioja	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✗
País Vasco	www.geo.euskadi.net	GeoEuskadi	✗	✓	✓	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗
Ppdo. de Asturias	www.idepa.es	IDePA	✗	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗
Región de Murcia	www.cartomur.com	IDERM	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗

Tabla 2.4: Servicios OGC de las C.C.A.A.

En número, los servicios OGC por comunidades autónomas se distribuyen de la siguiente manera ilustrada en la figura 2.55.

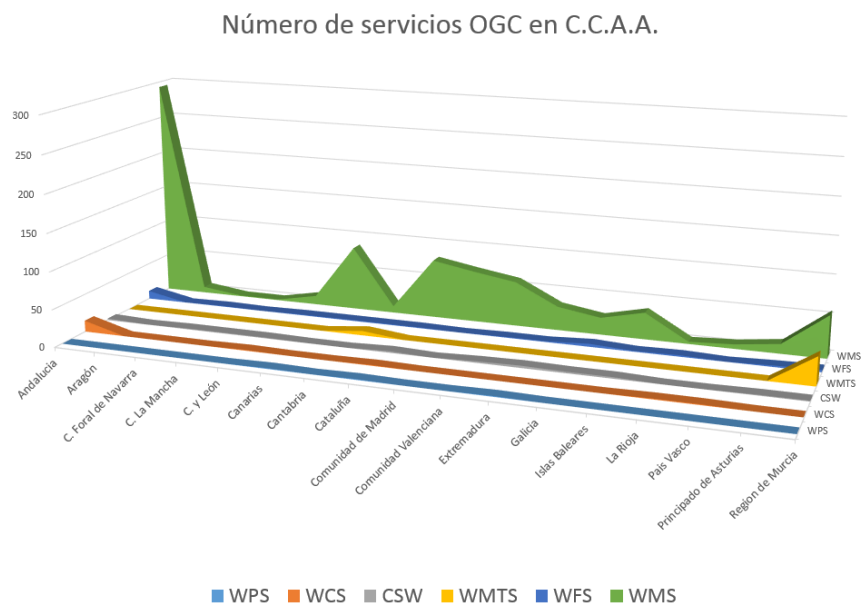


Figura 2.55: Servicios OGC por C.C.A.A.

El servicio WMS es el más implementado también entre las comunidades.

Y finalmente, a nivel local, divida en dos figuras 2.56 y 2.57.

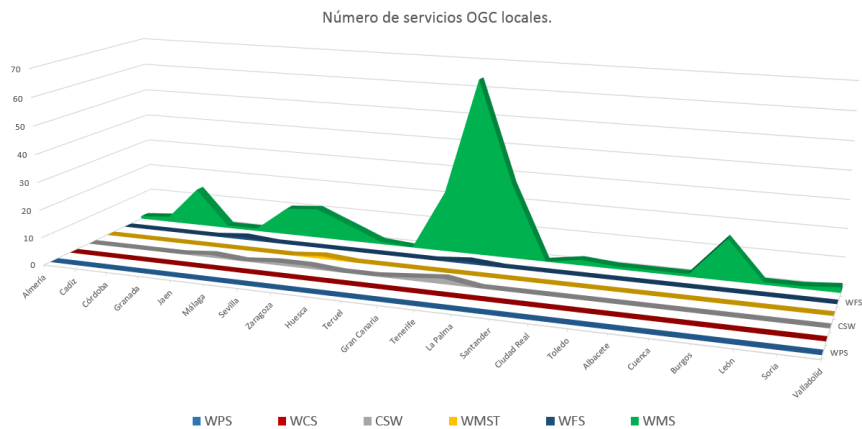


Figura 2.56: Servicios OGC locales.(1).

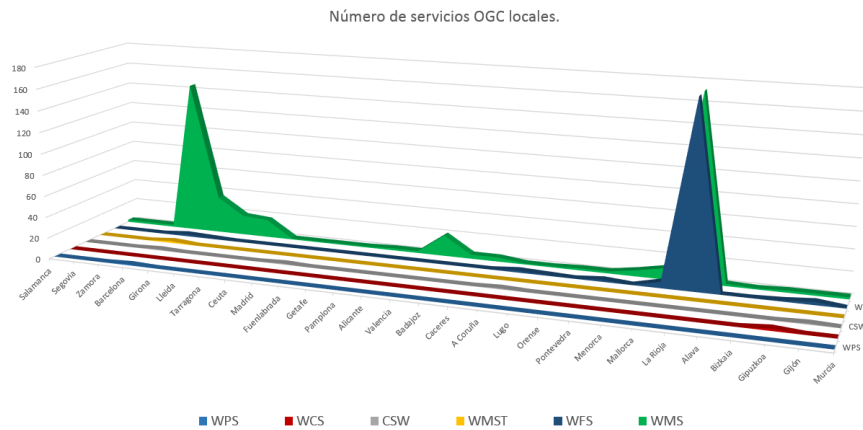


Figura 2.57: Servicios OGC locales.(2).

2.3.3 Desarrollo de servicios web.

A continuación, se describirán el software más relevante para compartir IG. Del mismo modo, podemos clasificar entre software libre o privativo.

El máximo exponente del software privativo es, una vez más, un producto ESRI:

ArcGis for Server [90]

- Solución de ESRI para la publicación de servicios en la web.
- Necesario ArcGis Desktop para obtener el mejor rendimiento.
- API para Flex y Silverlight.

MapDotNet [118]

- Servidor SIG en .Net.
- Herramientas de desarrollo con Silverlight y HTML5.

Por otro lado, existen una gran cantidad de productos 'open source':

52° N [119]

- Java.
- Framework para el desarrollo de servicios OGC

- Pionero en Sensor Web.
- Orientado a WPS.
- Uno de los mejores y más ambiciosos proyectos europeos en el ámbito SIG.
- Configuración compleja.
- Sirve procesos basados en librerías libres como Sextante o privativas como ArcGis.
- La imagen 2.58 [120] muestra el resultado del testeo de un servicio WPS.

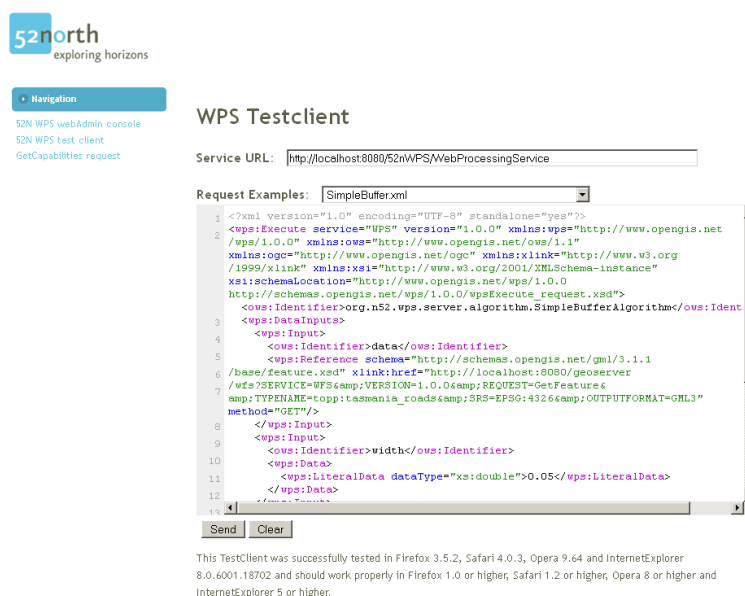


Figura 2.58: Test de servicio WPS con 52° N.

Deegree [121]

- El más completo.
- Java.
- Como servicio web.
- Gran rendimiento.
- Difícil configuración, debido a sus numerosas posibilidades.

- De los pocos que implementa WPS y SOS, además de los más usados WMS, WFS, CSW.
- Pese a no ser de los más usados y no haber una gran comunidad de usuarios, lat/lon GmbH (la desarrolladora) presta numerosos servicios comerciales basados en este servidor.
- Proyectos que se desarrollan alrededor: iGeoPortal, degree iGeo3D, deeJump, etc.
- La figura 2.59, de elaboración propia, muestra el panel de administración.

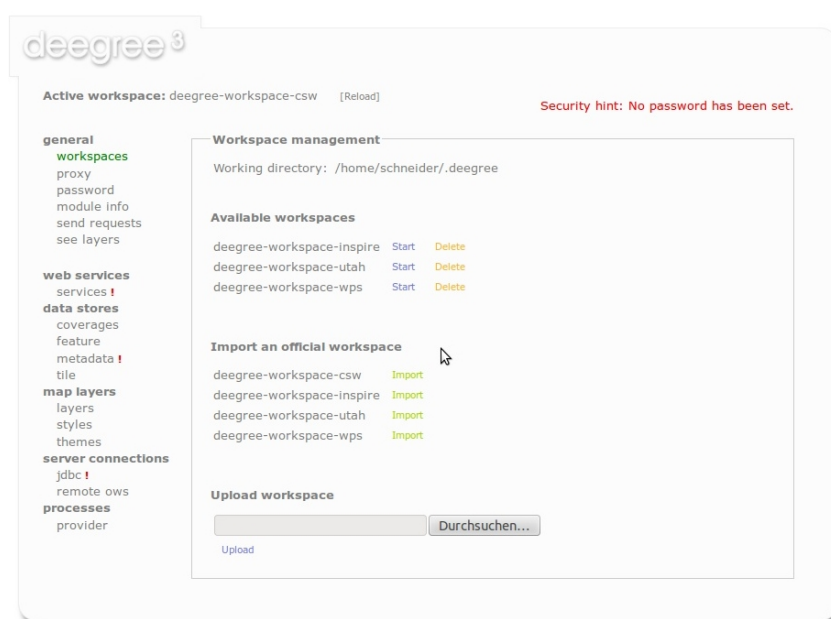


Figura 2.59: Interfaz Deegree.

GeOrchestra [122]

- J2EE.
- Incluye módulo de Mapfish.
- Integración con servicios OGC y directiva INSPIRE.
- Incluye editor, catalogo y extractor de datos.

GeoServer [123]

- Es el actual líder. Gracias a las numerosas actualizaciones.
- Java.
- Proyecto fundamental sobre la librería GeoTools.
- Fácil configuración e instalación, aunque no es el más rápido.
- Openlayers integrado, capacidad de generar mapas en pdf.
- Como el anterior soporta gran número de estándares y fuentes de datos más comunes.
- La imagen 2.60, de elaboración propia, muestra la imagen inicial de Geoserver.

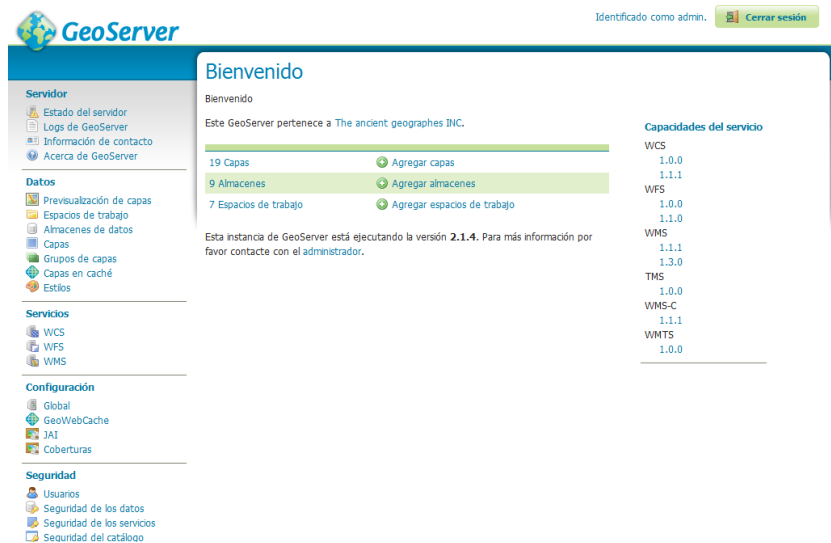


Figura 2.60: Página inicial de Geoserver.

MapGuide Open Source [124]

- Liberado por Autodesk.
- Uso de librería FDO.
- Máxima integración con Autocad.

MapServer [125]

- Uno de los más usados.
- C++.
- Como servicio web generando de forma dinámica las imágenes.
- Como librería, se publicaron todas las funcionalidades del servidor.
- El más rápido y ligero.
- Fácil configuración.
- Soporta los estándares y fuentes de datos más comunes.

QGis Server [126]

- Servicio WMS basado en el QGis de escritorio.
- Fácil transición del escritorio a la web.
- La imagen 2.61, de elaboración propia, es un ejemplo de lo que se puede conseguir.

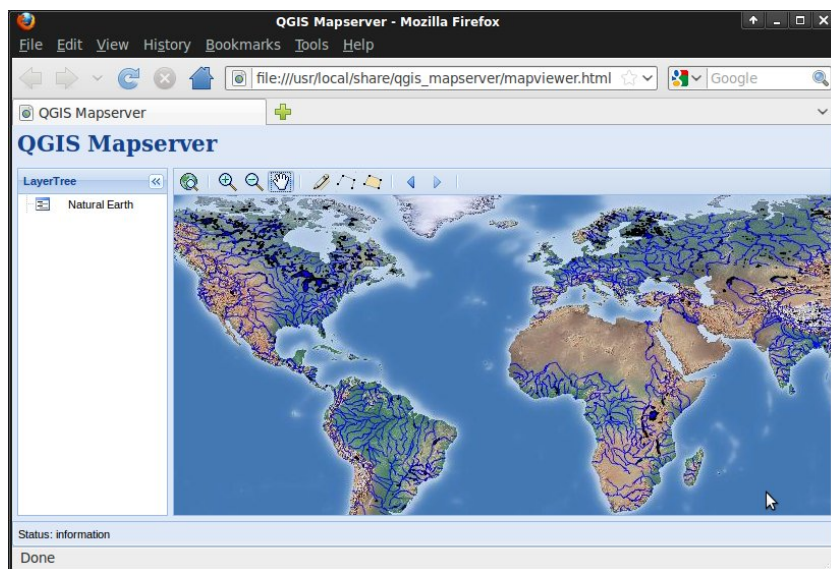


Figura 2.61: Interfaz de QGis Server.

ZooProject [127]

- De los menos conocidos en la actualidad.
- C++.
- Como servicio web.
- Difícil configuración.
- Un completo ecosistema con el estándar WPS como elemento principal.
- Con tres elementos fundamentales:
 - Zoo Kernel: desde donde se gestionan los servicios WPS.
 - Zoo Services: diferentes servicios WPS basados en código libre.
 - Zoo API: un server javascript para llamar y encadenar servicios WPS.
- La imagen 2.62 muestra la integración de los tres pilares de la aplicación.

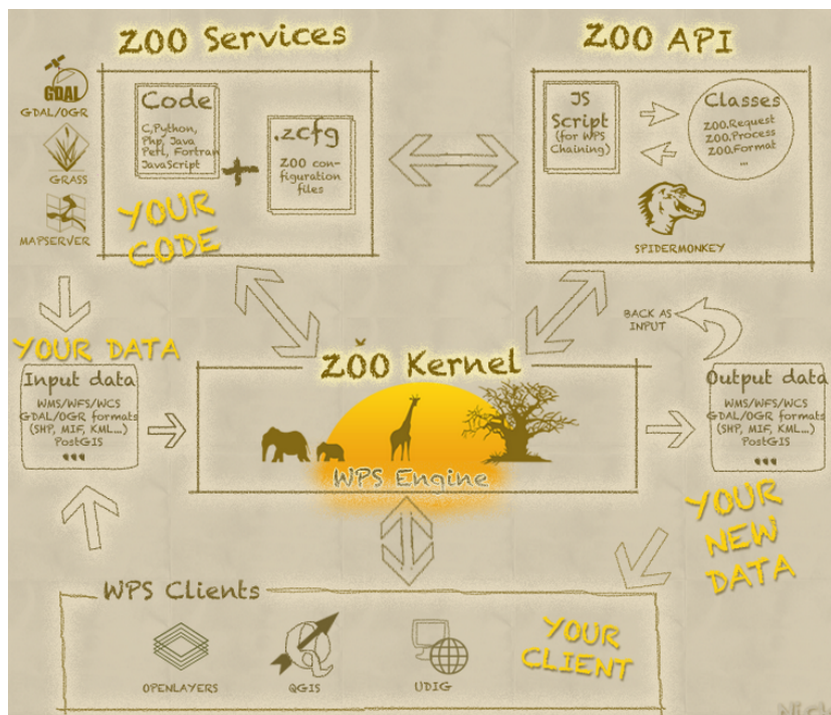


Figura 2.62: Ecosistema de Zoo-Project.

2.3.4 Clientes web mapping.

En esta parte se detallan los clientes donde tienes todas las capacidades predefinidas y simplemente se carga la IG necesaria.

Cartodb [128]

- Cartodb.js y carto.css.
- Consultas espaciales (uniones, reproyecciones, etc) con PostGIS y PostGRESQL.
- Mapas de gran calidad.

Cartaro [129]

- geo-Content Management System (CMS) basado Drupal.
- Apoyado en Geoserver, postGis, GeoWebCache y Openlayers.
- Maneja geodatos ligeros.

Cartoweb [130]

- PHP5 y Javascript.
- Configuración como un servicio web Simple Object Acces Protocol (SOAP).
- Interfaz basado en Ajax.
- Basado en MapServer.

Chameleon [131]

- PHP y Javascript.
- Altamente configurable.
- Basado en MapServer.
- La figura 2.63 [132] muestra la interfaz del cliente.

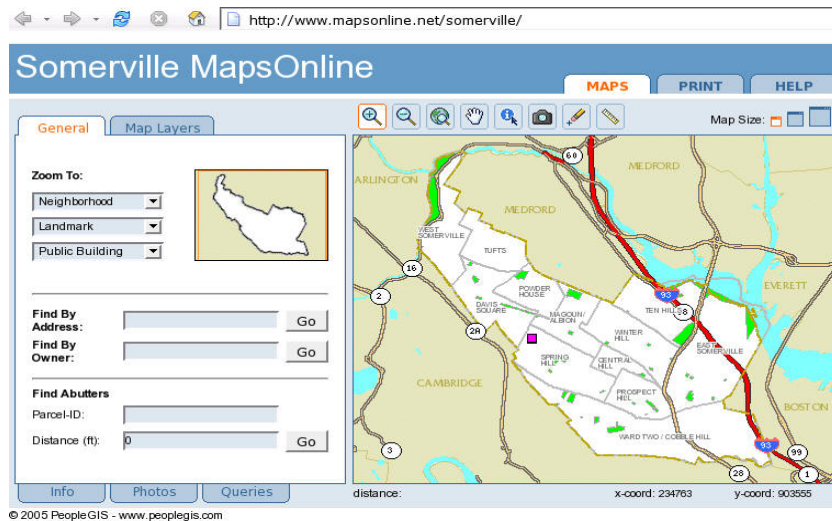


Figura 2.63: Interfaz del cliente Chameleon.

Dracones [133]

- Python, PHP y Javascript (jQuery).
- Basado en MapServer.
- Cliente muy liviano.

Flamingo [134]

- Javascript.
- geo-CMS.
- Soporta principales servicios OGC y tiles maps.
- Con Adobe Flash crea interesantes aplicaciones **RIA!** (RIA!).
- Sistema de autenticación y geoconsultas.

Geoide [135]

- Javascript.
- Soporta principales servicios OGC y tiles maps.
- Con Adobe Flash crea interesantes aplicaciones **RIA!**.
- Integración con Deegree.
- La figura 2.64 [135] muestra un ejemplo de aplicación web.

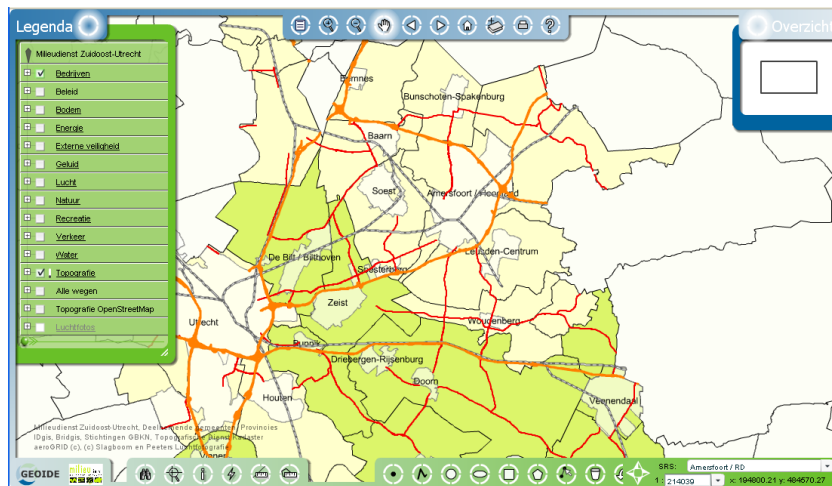


Figura 2.64: Aplicación web con Geoide.

Geomajas [136]

- Javascript.
- Soporta principales servicios OGC y tiles maps.
- Con Flex crea interesantes aplicaciones RIA!
- Usada por el IGN de Francia.

GeoMoose [137]

- PHP y Javascript.
- Cliente muy ligero.
- Fácil configuración, herramientas más habituales predeterminadas.
- Se basa en MapServer, Openlayers y Dojo Toolkit.
- Soporta servicios WMS y WFS, así como mapas base de Bing, Google y OSM.
- La figura2.65 [138] es un ejemplo de aplicación web.

i3Geo [139]

- Javascript y PHP.
- Soporta principales servicios OGC y tiles maps.

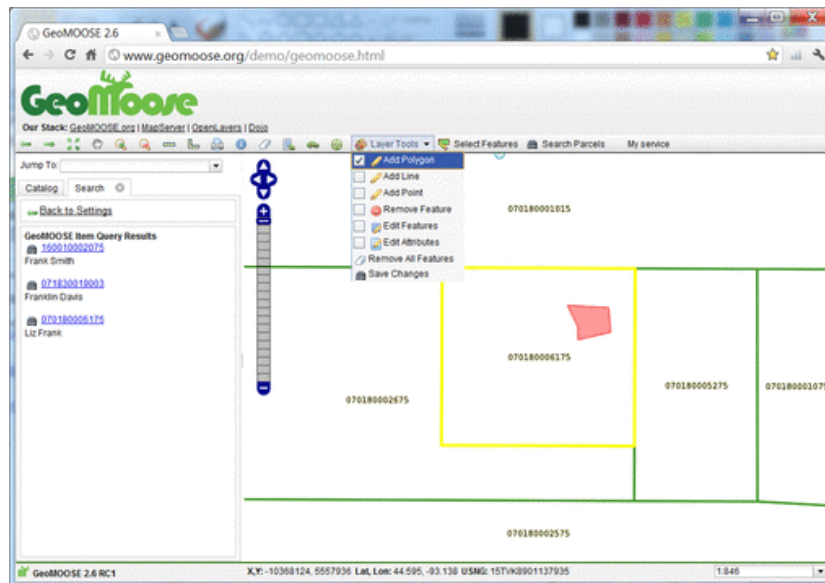


Figura 2.65: Interfaz del cliente GeoMoose.

- Basado en MapServer con muchas funcionalidades. Agrega varias aplicaciones 'open source'.
- Creada por Ministerio de Medio Ambiente de Brasil.
- La figura 2.66 [140] es otro ejemplo de aplicación web.

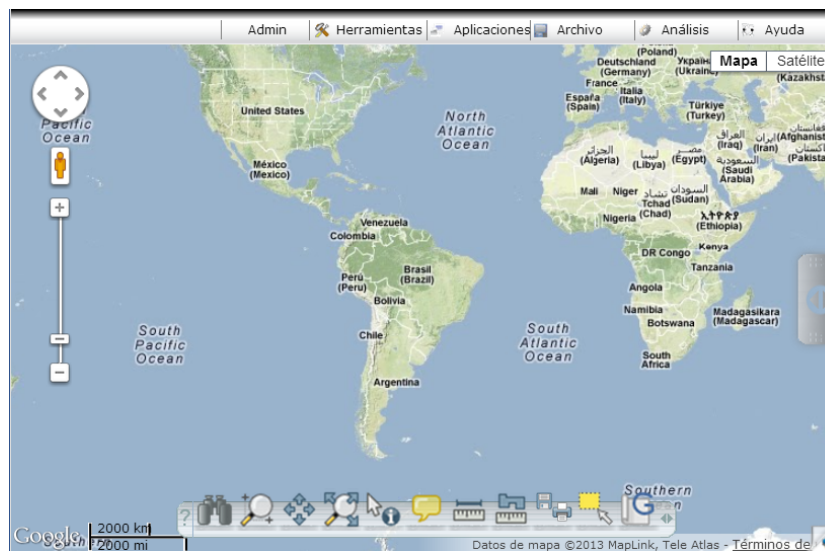


Figura 2.66: Aplicación web con i3Geo.

Mapbender [141]

- PHP y Javascript.

- geo-CMS.
- Fácil configuración, herramientas más habituales predeterminadas.
- Soporta servicios WMS y WFS-T. Soporta mapas base.
- La figura 2.67 [142] muestra un ejemplo aplicación web.

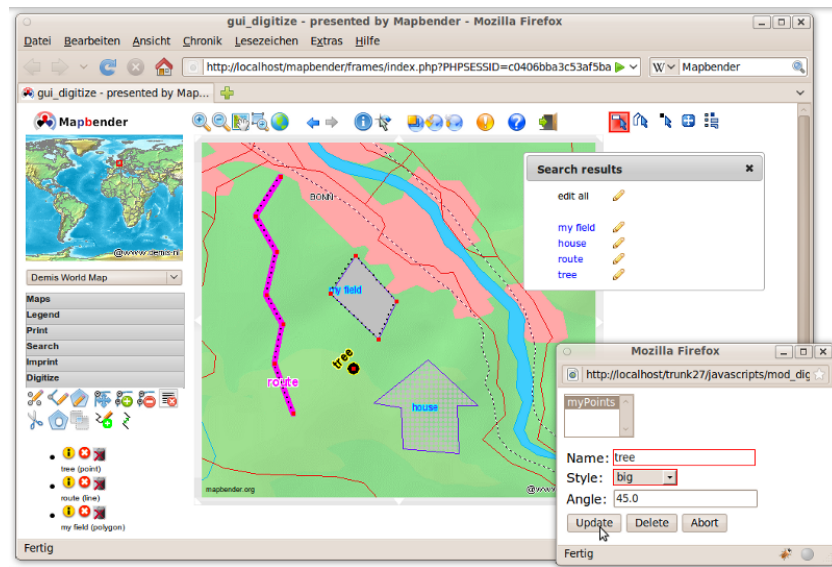


Figura 2.67: Aplicación web con MapBender.

Mapfish [143]

- Python- pylons- y Javascript.
- Basado en ExtJS, Openlayers y GeoExt.
- Soporta servicios WMS y WFS.. Soporta mapas base.
- La figura 2.68 muestra un ejemplo de aplicación web.

OpenScales [144]

- Javascript.
- Soporta principales servicios OGC y tiles maps.
- Con Flex crea interesantes aplicaciones RIA.
- Usada por el IGN de Francia.

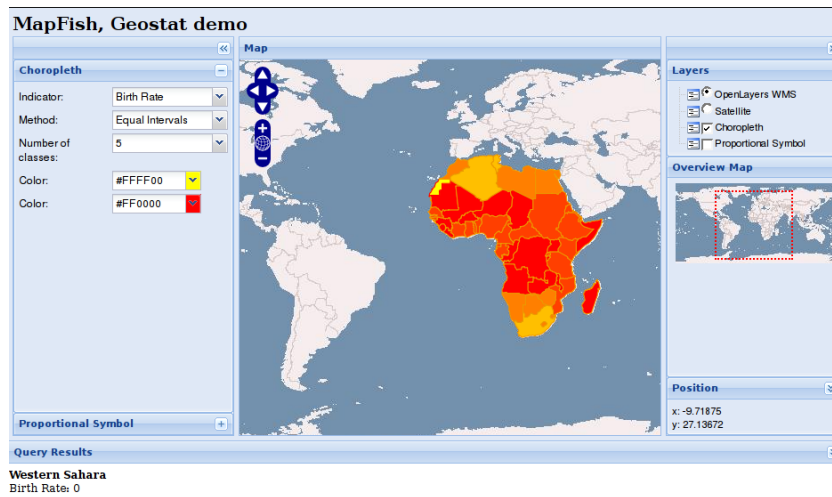


Figura 2.68: Aplicación web con MapFish.

worldKit [145]

- Javascript.
- Soporta WMS y tiles maps.
- Con Adobe Flash crea interesantes aplicaciones RIA.
- Configurada a través de XML y soporta geoRSS.

Parte III

DESARROLLO

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

3.1 DISEÑO

Como se observa en el anterior capítulo, las posibilidades a la hora de crear un geoportal son muy variadas. En este trabajo se analizan y valoran diferentes programas, pero siempre con los mismos objetivos y partiendo de los mismos datos.

Se realizarán difentes pruebas de frameworks de desarrollo para el servidor y cliente de mapping.

Pese a las diferentes aplicaciones elegidas, siempre estarán basadas en el modelo cliente-servidor como se ve en la figura, de elaboración propia, 3.1.

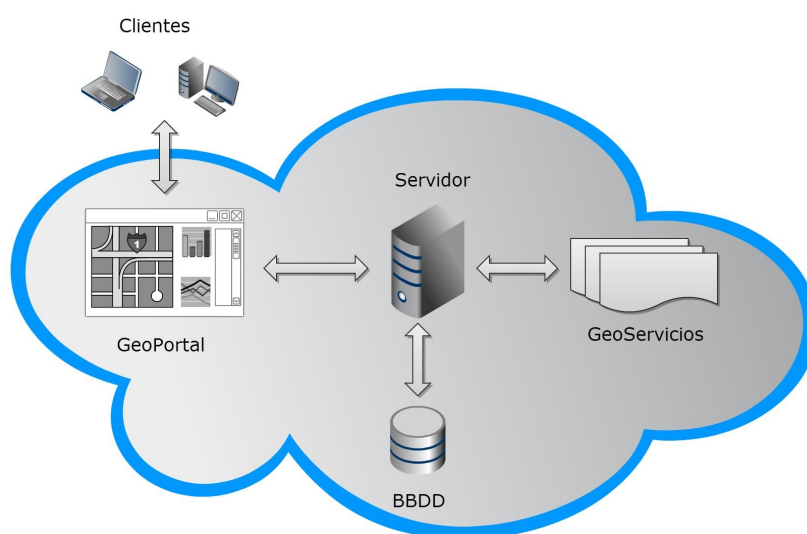


Figura 3.1: Diseño genérico de un estructura para un geoportal.

Se desarrollará íntegramente con software libre, partiendo de la distribución Ubuntu OSGeoLive 6.5 [95] Su contenido esta detallado en el Anexo I A.1

Se elige esta distribución para ahorrar tiempo en la configuración del software necesario ya que todas las aplicaciones que trae están listas para ser usadas. Es una distribución ampliamente reconocida y usada. La figura 3.2 muestra la pantalla inicial.



Figura 3.2: Escritorio OSGeoLive.

3.2 IMPLEMENTACIÓN DE LOS SERVICIOS

A lo largo de este capítulo se explicará detenidamente cada uno de los servicios creados.

El flujo de trabajo es el que se muestra en la figura, de elaboración propia, 3.3.

Lo primero es la información, a partir de ella se desarrollan los servicios y finalmente se documentan y catalogan. Se considera un flujo cerrado y continuo ya que podemos incorporar en cualquier momento información adicional con lo que tendríamos que entrar en los siguientes procesos.

3.2.1 Base de datos

El sistema gestor de base de datos será PostgreSQL con su extensión PostGis. En esta base de datos se almacenará toda la geoinformación que en el Anexo II B.1 se encuentra detallada.

Se crea una base de datos llamada Galicia con un esquema por cada bloque temático como se ve en la imagen 3.4.

Toda la geoinformación está en el sistema de referencia geodésico español que es el ETRS89.

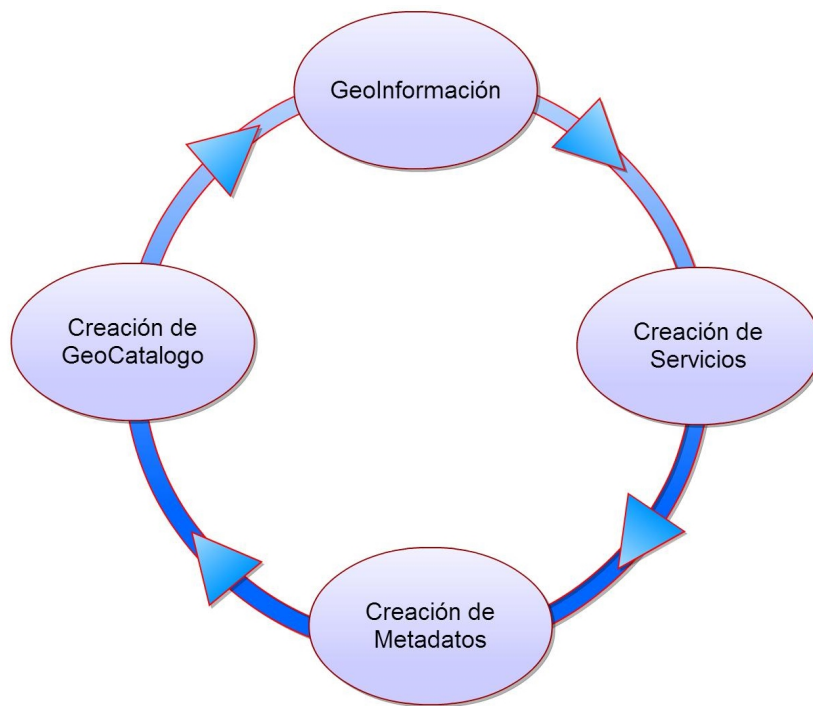


Figura 3.3: Flujo de trabajo en un geoportal.

Como se ve en la imagen 3.5 los esquemas creados son seis, cada uno con las tablas correspondientes que contienen la información geométrica del elemento.

Estas tablas, además de la columna información geométrica, poseen otras columnas con información adicional, como se ve en la figura 3.6.

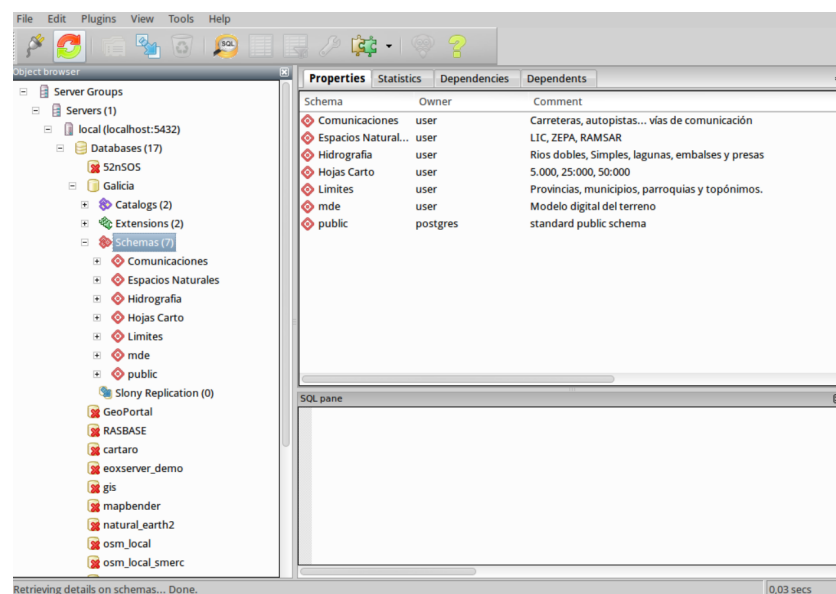


Figura 3.4: Creación de la BBDD.

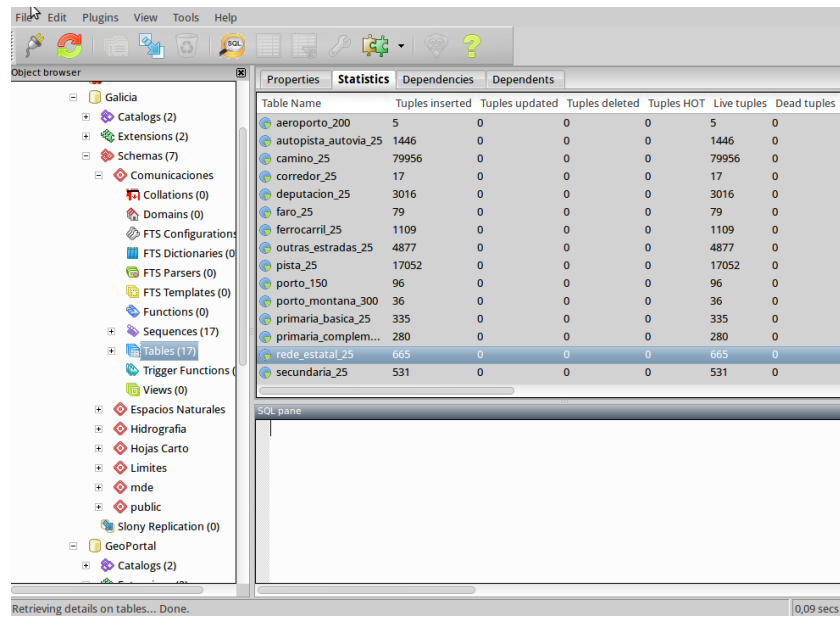


Figura 3.5: Creación de esquemas y tablas.

3.2.2 Servicio WMS

3.2.2.1 Deegree

En esta ocasión el primer paso es configurar toda la estructura del workspace según la figura 3.7.

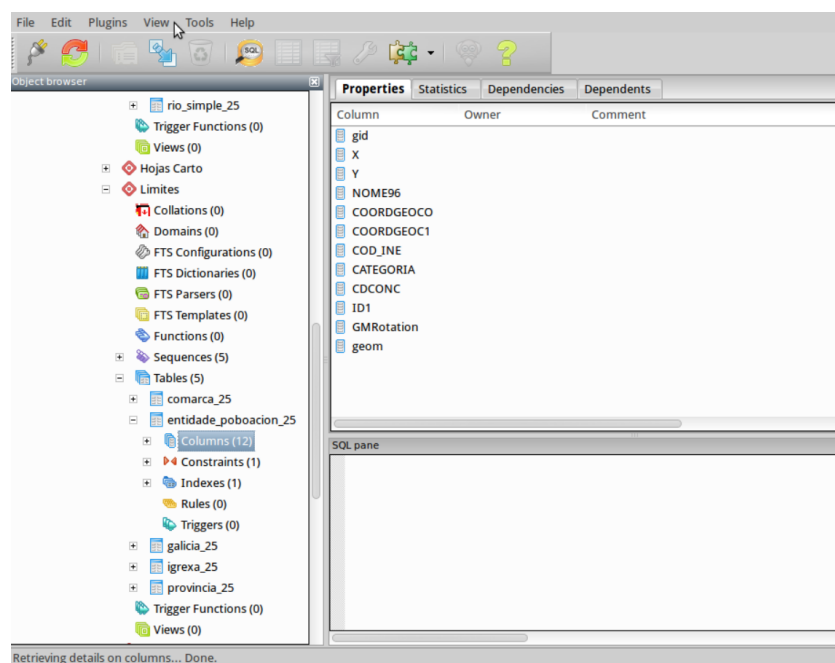


Figura 3.6: Columnas de una tabla.

usr local share deegree GeoPortal_Galicia

Nombre	Tamaño	Tipo
data	4,0 KB	carpeta
datasources	4,0 KB	carpeta
jdbc	4,0 KB	carpeta
layers	4,0 KB	carpeta
manager	4,0 KB	carpeta
modules	4,0 KB	carpeta
processes	4,0 KB	carpeta
services	4,0 KB	carpeta
styles	4,0 KB	carpeta
themes	4,0 KB	carpeta
var	4,0 KB	carpeta

Figura 3.7: Workspace de Deegree.

Cada una de las carpetas contiene los archivos XML necesarios para la configuración de los servicios.

Los archivos fundamentales para el wms son los de la figura 3.8.

```

<Themes xmlns="http://www.deegree.org/themes/standard"
  <LayerStoreId>ENTIDADE_POBOACION_25</LayerStoreId>
  <LayerStoreId>REDE_ESTATAL_25</LayerStoreId>
  <LayerStoreId>CONCELLOS_25</LayerStoreId>
  <LayerStoreId>mde25</LayerStoreId>
  <Theme>
    <Identifier>base</Identifier>
    <d:Title>Root theme</d:Title>
    <s:CRS>EPSG:25829</s:CRS>
    <Layer>ENTIDADE_POBOACION_25</Layer>
    <Layer>REDE_ESTATAL_25</Layer>
    <Layer>CONCELLOS_25</Layer>
    <Layer>mde25</Layer>
  </Theme>
</Themes>

<wms:deegreeWMS xmlns:wms="http
  <wms:SupportedVersions>
    <wms:Version>1.1.1</wms:Ver
    <wms:Version>1.3.0</wms:Ver
  </wms:SupportedVersions>
  <wms:ServiceConfiguration>
    <wms:ThemeId>theme_wms</wms
  </wms:ServiceConfiguration>
  <wms:FeatureInfoFormats>
    <wms:GetFeatureInfoFormat>
      <wms:Format>png</wms:Form
    </wms:GetFeatureInfoFormat>
  </wms:FeatureInfoFormats>
</wms:deegreeWMS>

```

Figura 3.8: Configuración wms y tema.

Por otro lado, el tema del wms esta basado en las capas cargadas, como se aprecia en la figura 3.9.

La data store almacena los archivos que contienen la IG, desde coberturas raster (p.e modelo digital de elevaciones en formato GRID) a capas vectoriales (archivo de carreteras en formato SHP) y su metadata asociada.

Estas capas, cargadas a través de la configuración de la conexión con Postgis, se definen en el apartado de layers (figura 3.10).

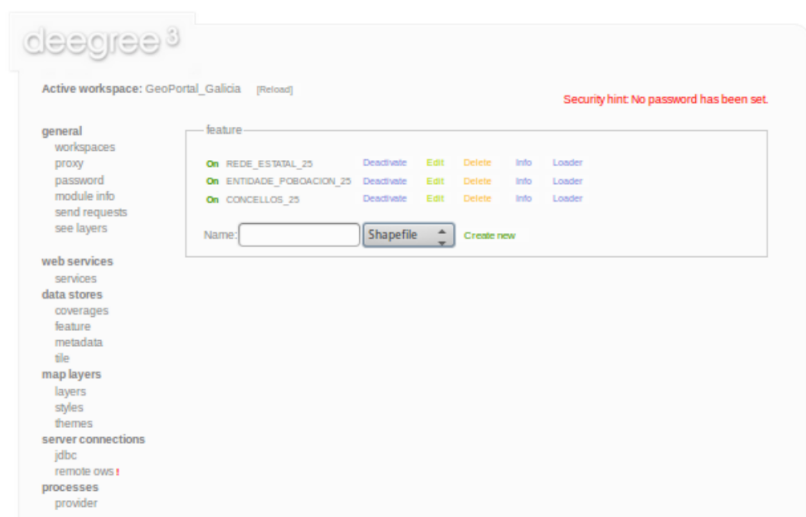


Figura 3.9: Data stores creados.

En estas definiciones de layer se encuentran también la definición de los estilos (figura 3.11).

Una vez está todo configurado, el servicio se encuentra en localhost:8033/services/wms?service=WMS&request=GetCapabilities

3.2.2.2 Geoserver

El primer paso es crear un espacio de trabajo donde vincular la base de datos Galicia. Una vez creada, se vincula la base de datos de PostGis con este espacio de

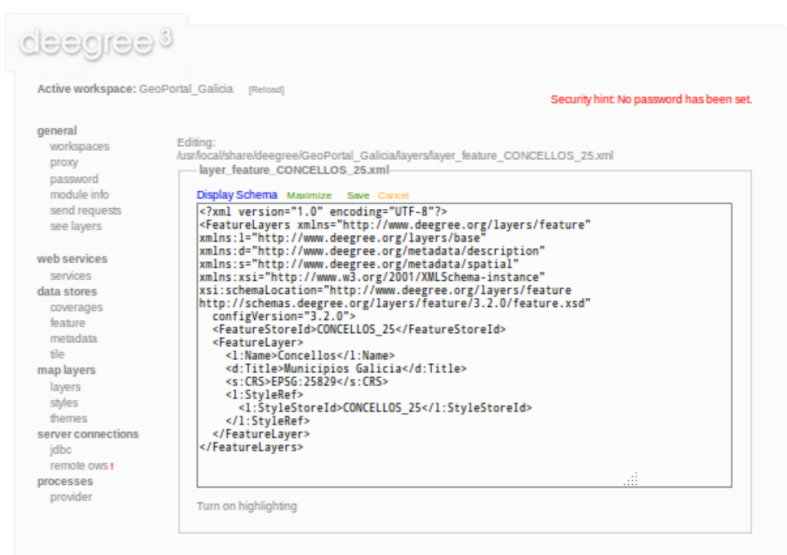


Figura 3.10: Configuración de layer Concellos.

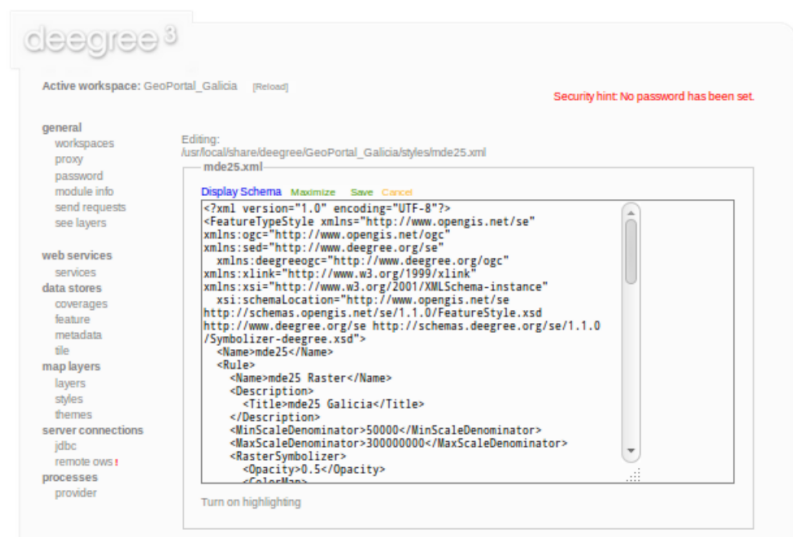


Figura 3.11: Estilo para MDE25.

trabajo en los denominados almacenes de datos. El espacio de trabajo y los almacenes se muestran en la figura 3.12.

	Tipo	Espacio de trabajo	Almacén	Nombre de la capa	Habilitada?	SRS nativo
<input type="checkbox"/>		GeoPortal_Galicia	Limites Galicia	provincia_25	<input checked="" type="checkbox"/>	EPSG:25829
<input type="checkbox"/>		GeoPortal_Galicia	Comunicaciones Galicia	secundaria_25	<input checked="" type="checkbox"/>	EPSG:25829
<input type="checkbox"/>		GeoPortal_Galicia	Comunicaciones Galicia	via_rapida_25	<input checked="" type="checkbox"/>	EPSG:25829
<input type="checkbox"/>		GeoPortal_Galicia	Comunicaciones Galicia	primaria_complement_25	<input checked="" type="checkbox"/>	EPSG:25829
<input type="checkbox"/>		GeoPortal_Galicia	Comunicaciones Galicia	primaria_basica_25	<input checked="" type="checkbox"/>	EPSG:25829
<input type="checkbox"/>		GeoPortal_Galicia	Comunicaciones Galicia	rede_estatal_25	<input checked="" type="checkbox"/>	EPSG:25829
<input type="checkbox"/>		GeoPortal_Galicia	Comunicaciones Galicia	autopista_autovia_25	<input checked="" type="checkbox"/>	EPSG:25829
<input type="checkbox"/>		GeoPortal_Galicia	Comunicaciones Galicia	ferrocarril_25	<input checked="" type="checkbox"/>	EPSG:25829
<input type="checkbox"/>		GeoPortal_Galicia	Comunicaciones Galicia	aeroporto_200	<input checked="" type="checkbox"/>	EPSG:25829
<input type="checkbox"/>		GeoPortal_Galicia	Marcos	folia_50	<input checked="" type="checkbox"/>	EPSG:25829
<input type="checkbox"/>		GeoPortal_Galicia	Espa Natura Galicia	zepvn_5	<input checked="" type="checkbox"/>	EPSG:25829
<input type="checkbox"/>		GeoPortal_Galicia	Limites Galicia	concellos_25	<input checked="" type="checkbox"/>	EPSG:25829
<input type="checkbox"/>		GeoPortal_Galicia	Limites Galicia	comarca_25	<input checked="" type="checkbox"/>	EPSG:25829
<input type="checkbox"/>		GeoPortal_Galicia	Hidro	rio_simple_25	<input checked="" type="checkbox"/>	EPSG:25829
<input type="checkbox"/>		GeoPortal_Galicia	Hidro	rio_doble_25	<input checked="" type="checkbox"/>	EPSG:25829
<input type="checkbox"/>		GeoPortal_Galicia	Hidro	encoro_25	<input checked="" type="checkbox"/>	EPSG:25829
<input type="checkbox"/>		GeoPortal_Galicia	Comunicaciones Galicia	faro_25	<input checked="" type="checkbox"/>	EPSG:25829
<input type="checkbox"/>		GeoPortal_Galicia	PNOA	PNOA-MR	<input checked="" type="checkbox"/>	EPSG:25829

Figura 3.12: Almacenes de datos.

Cada esquema de la base de datos se asocia con un almacén.

El siguiente paso es gestionar las capas vinculadas para publicarlas en el servicio. La figura 3.13 muestra las capas publicadas.

Una vez publicadas se cambian los estilos de la capas creándolos en el uDig e importándolos en el Geoserver. Estos archivos SLD son básicamente XML. La figura 3.14 lo ilustra.

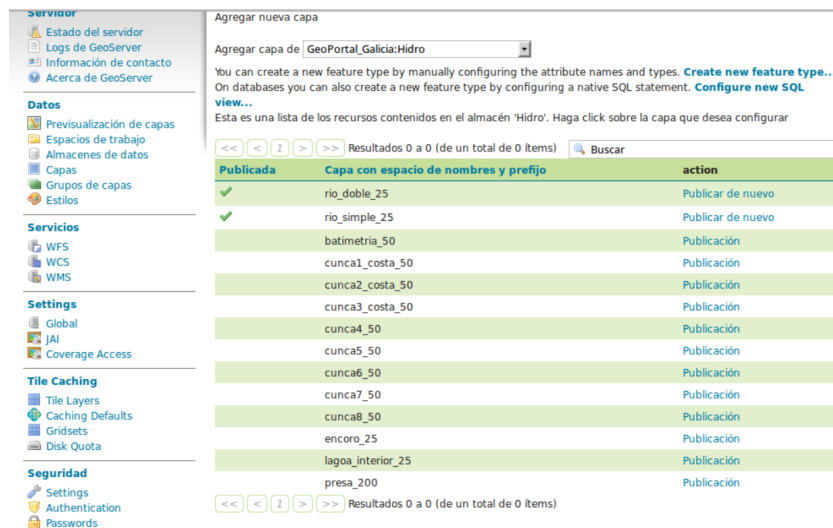


Figura 3.13: Gestión de capas.

Además, se agrega un WMS externo como es el del PNOA [146]. Completa el servicio añadiendo ortoimágenes de gran calidad como se ve en la figura 3.15.

Una vez se ha agregado toda la geoinformación y se aplican los estilos, se obtiene la figura 3.16 donde se muestran algunas de las capas del servicio con el cliente propio de Geoserver basado en Openlayers.

Este WMS es accesible desde cualquier SIG, web o escritorio, pudiendo realizar consultas sobre la IG haciendo click sobre el elemento desado visualizando los

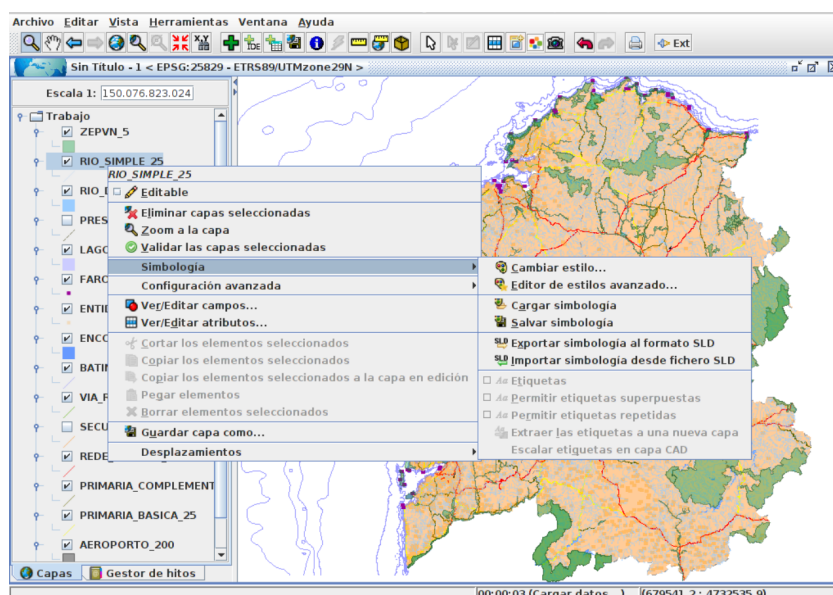


Figura 3.14: Estilos con uDig.

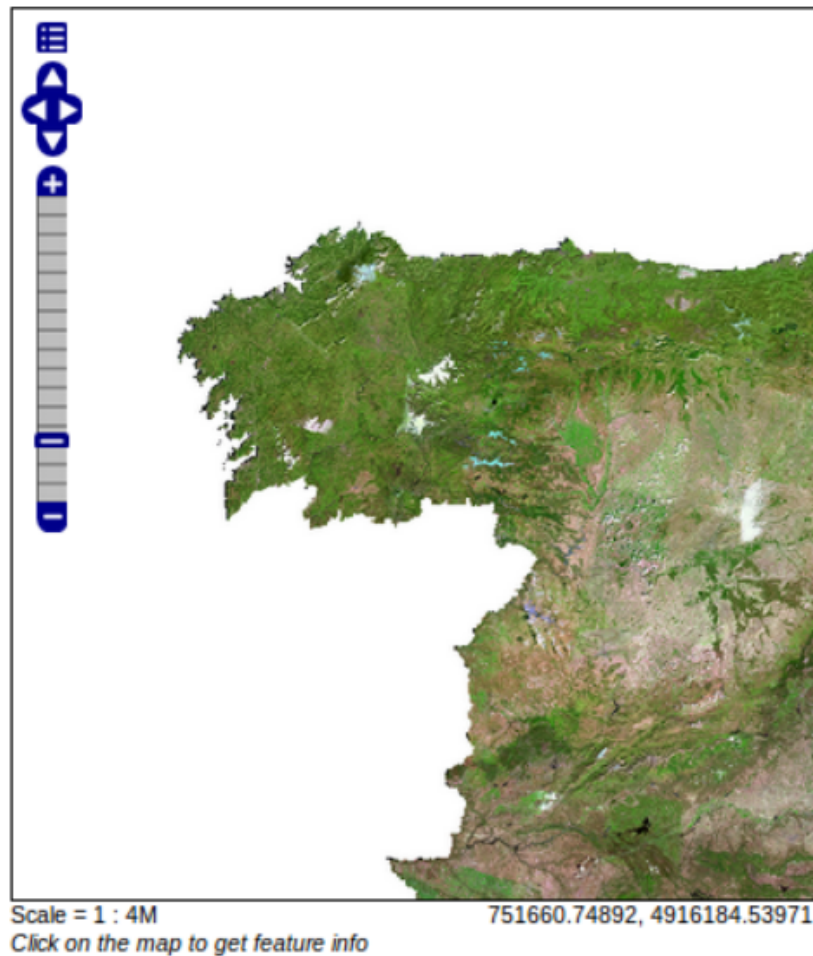


Figura 3.15: WMS PNOA.

atributos de cada elemento. Por ejemplo, la figura 3.17 se conecta a este servicio desde QGis.

3.2.2.3 Mapserver y QGis

La configuración del servicio se hace íntegramente desde QGis, con lo cual, la gestión de capas y estilos es mucho más fácil.

De nuevo, se conecta con la base de datos Galicia, como se aprecia en la figura 3.18.

En este caso se pueden incluso añadir capas mediante una consulta SQL, como se ve en la figura 3.19, de manera que se podrían añadir, por ejemplo, los núcleos de población con más habitantes.

La gestión de estilos (figura 3.20) es más rápida gracias a la interfaz gráfica .

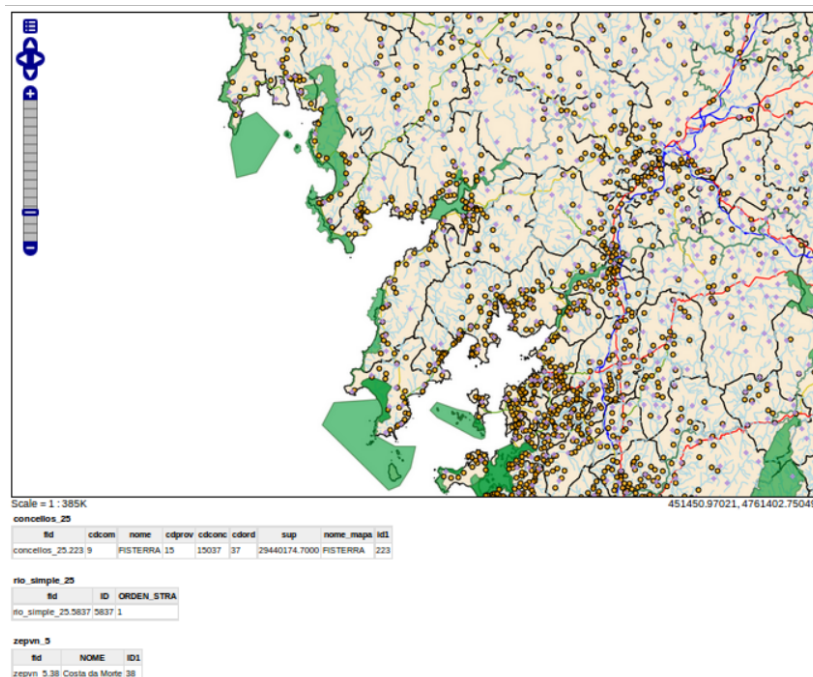


Figura 3.16: WMS PNOA.

Una vez configurado el proyecto (figura 3.21) se configura el archivo de salida .map como se ve en la figura 3.22; este método es más rápido gracias a la intervención de QGis y será la llave para crear los servicios posteriores.

Simplemente con introducir la URL que nos proporciona QGis ya vemos el resultado del servicio en la figura 3.23.

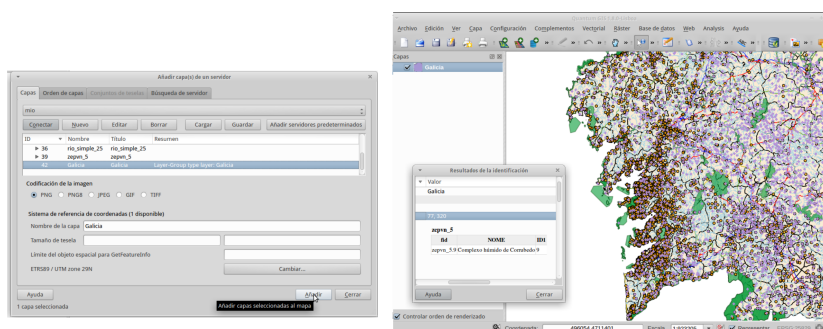


Figura 3.17: WMS QGis.

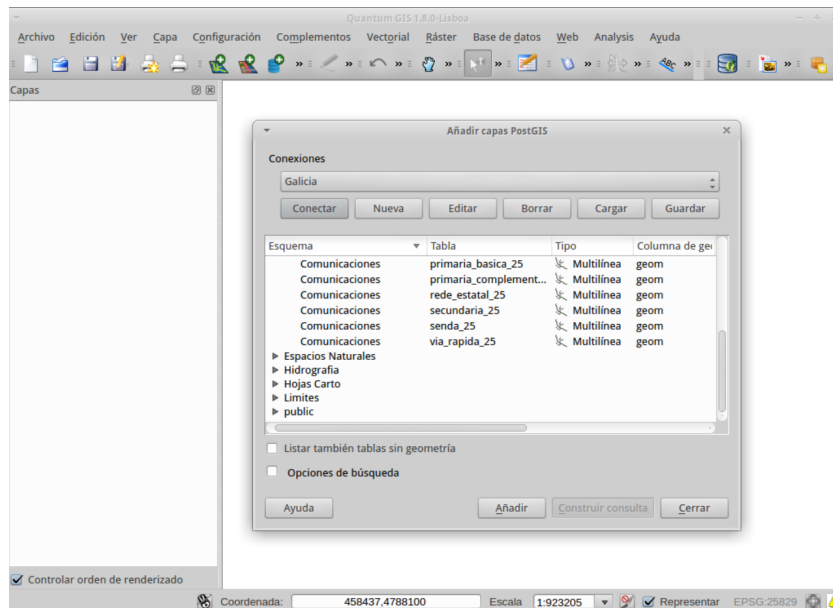


Figura 3.18: Conexión de PostGis a través de QGis.

3.2.3 Servicio WFS

3.2.3.1 Deegree

Aprovechando la anterior configuración simplemente se añade un xml de configuración para el servicio WFS indicando cuáles son las capas a las que afecta,

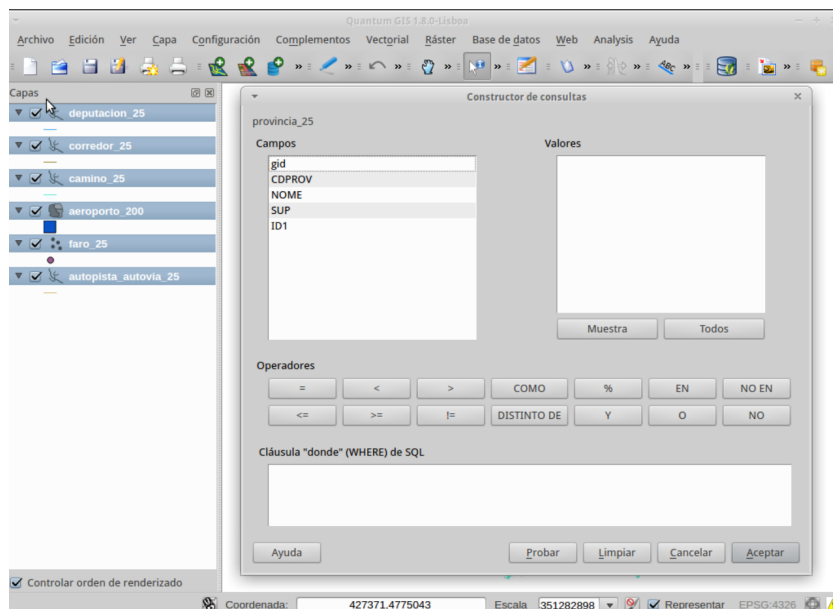


Figura 3.19: Consulta SQL en QGis sobre el servicio WMS.

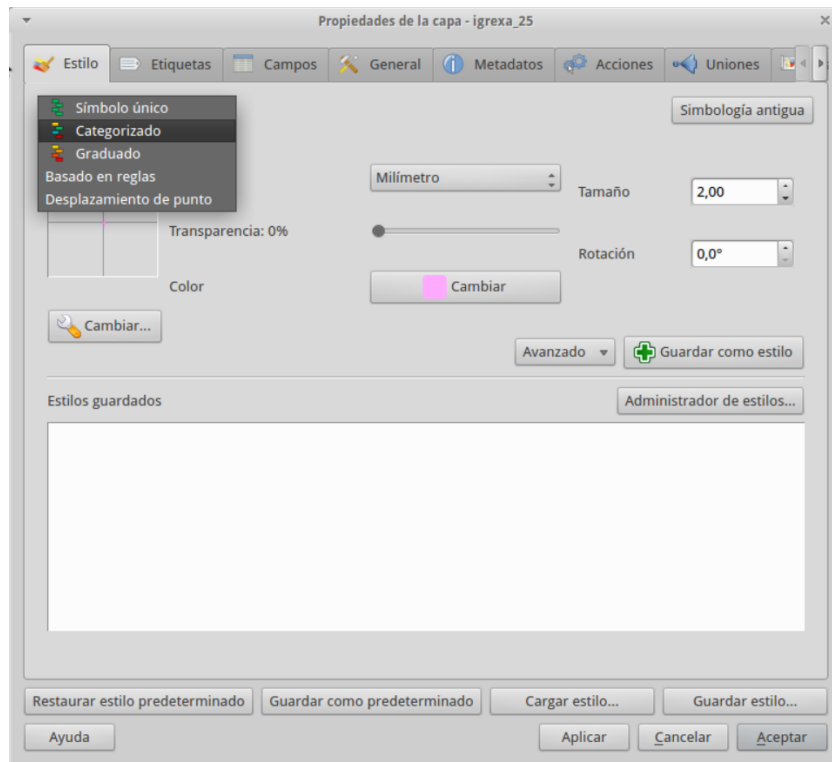


Figura 3.20: Gestión de estilos.

las versiones que soporta, así como los sistemas de coordenadas.

El panel de administración de deegree permite, mediante el modulo send request, probar los servicios que se im-

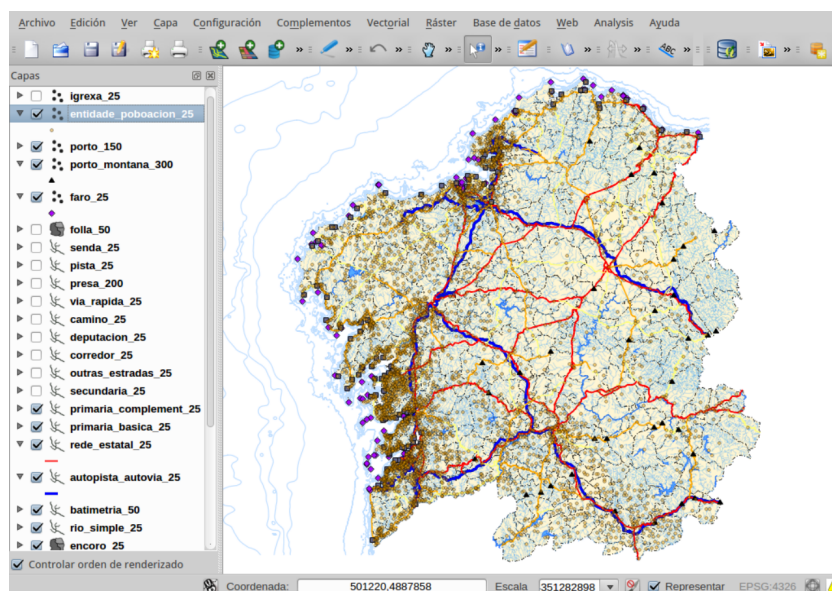


Figura 3.21: Proyecto QGis.

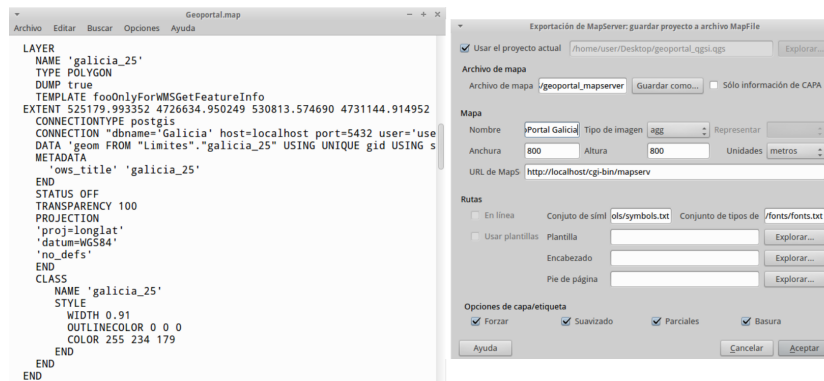


Figura 3.22: Exportar .map de un proyecto QGIS.

plementan. Se observan en la figura 3.24 todas las capacidades del servicio WFS implementado.

3.2.3.2 Geoserver

Con toda la geoinformación lista para ser usada simplemente se configuran los parámetros del nuevo servicio de manera que se haga accesible.

La figura 3.25 muestra los formatos posibles de salida del servicio.

La petición necesaria es como sigue:

http://localhost:8082/geoserver/GeoPortal_Galicia/ows?service=WFS&

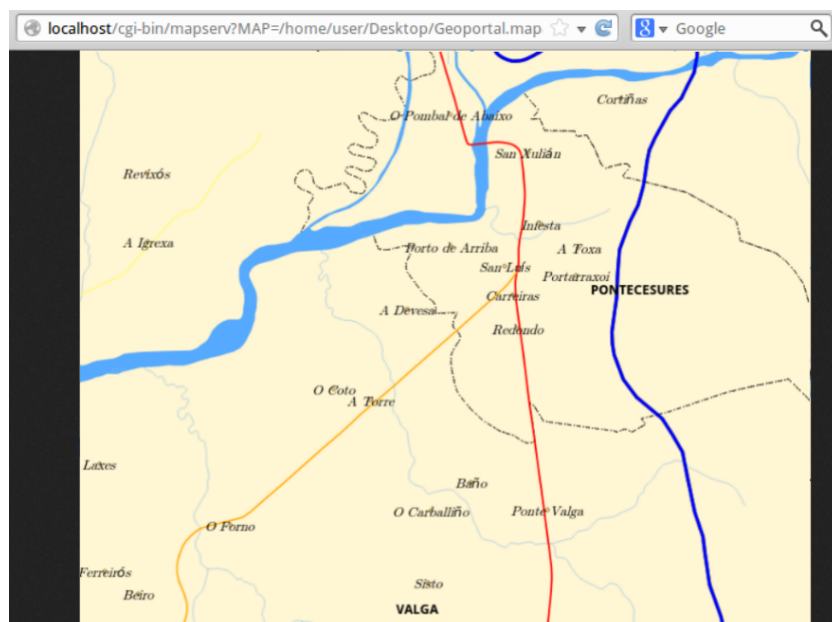


Figura 3.23: WMS en png.

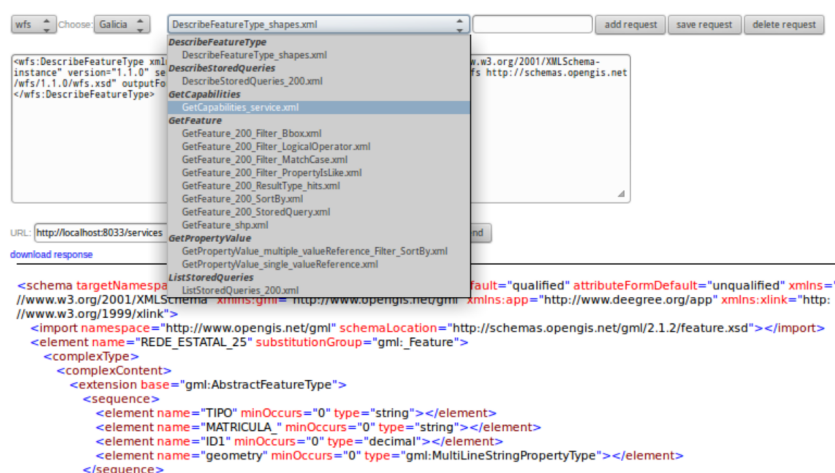


Figura 3.24: Petición al servicio WFS.

version=1.0.0&
request=GetFeature&
typeName=GeoPortal_Galicias:rio_doble_25&
maxFeatures=50&
outputFormat=csv

Para obtener el XML de la figura 3.26.

Una solución muy común es sacarlo como GeoJSON para posteriormente parsearlo con JQuery.

Además, como en el caso del WMS, se puede acceder a este servicio y descargar la IG desada, desde un SIG de escritorio o desde la web. En este caso, la figura 3.25 muestra el proceso con QGIS.

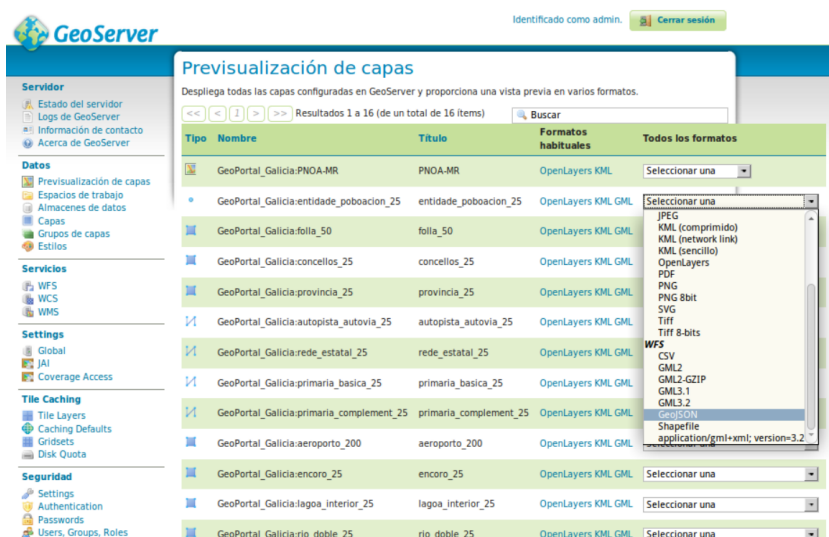


Figura 3.25: Servicio WFS con Geoserver.

localhost:8082/geoserver/GeoPortal_Galicia/ows?service=WFS&version=1.0.0&request=GetFeature&...
Este fichero XML no parece tener ninguna información de estilo asociada. Se muestra debajo el árbol del documento.

```

<wfs:FeatureCollection timeStamp="2013-08-04T15:54:25.780Z" xsi:schemaLocation="localhost:geoserver http://localhost:8082/geoserver/GeoPortal_Galicia/wfs?service=WFS&version=1.0.0&request=DescribeFeatureType&typeName=GeoPortal_Galicia%3Ario_doble_25 http://www.opengis.net/gml/3.2 http://localhost:8082/geoserver/schemas/gml/3.2.1/gml.xsd http://www.opengis.net/wfs/2.0 http://localhost:8082/geoserver/schemas/wfs/2.0/wfs.xsd">
  <wfs:boundedBy>
    <-gml:Envelope srsDimension="2" srsName="http://www.opengis.net/gml/srs/epsg.xml#25829">
      <-gml:lowerCorner>479021.3125 4629547.0<-gml:lowerCorner>
      <-gml:upperCorner>683796.625 4844808.0<-gml:upperCorner>
    </gml:Envelope>
    <-gml:boundedBy>
      <-gml:Envelope>
        <-gml:lowerCorner>479021.3125 4629547.0<-gml:lowerCorner>
        <-gml:upperCorner>683796.625 4844808.0<-gml:upperCorner>
      </gml:Envelope>
    </gml:boundedBy>
  </wfs:boundedBy>
  <-gml:member>
    <-GeoPortal_Galicia:rio_doble_25 gml:id="rio_doble_25.1">
      <-gml:boundedBy>
        <-gml:Envelope srsDimension="2" srsName="http://www.opengis.net/gml/srs/epsg.xml#25829">
          <-gml:lowerCorner>516167.7409254258 4705455.111356243<-gml:lowerCorner>
          <-gml:upperCorner>516599.7431034659 4705770.111137941<-gml:upperCorner>
        </gml:Envelope>
        <-GeoPortal_Galicia:ID>1<-GeoPortal_Galicia:ID>
        <-gml:MultiSurface srsDimension="2" srsName="http://www.opengis.net/gml/srs/epsg.xml#25829">
          <-gml:surfaceMember>
            <-gml:Polygon srsDimension="2">
              <-gml:exterior>
                <-gml:LinearRing>
                  <-gml:posList>
                    516547.74290771387 4705770.111137941 516592.7430830434 4705770.1108918255 516599.7431034659 4705766.1108292835 516599.74308120576 4705753.11075045
                    516578.7429721842 4705737.110768534 516561.742873775 4705718.1107467655 516551.7428448518 4705701.110643909 516567.74284427427 4705687.110520204
                    516567.74280170666 4705662.110374886 516563.74275951214 4705641.110269847 516565.74274632044 4705634.110216446 516582.74278802547 4705620.110037794
                    516580.7427700814 4705614.110012494 516557.7426423788 4705591.110000485 516555.74258882593 4705564.10984824 516549.7425471272 4705553.1098150015
                    516519.7424185318 4705545.109932115 516487.7422137993 4705543.110209918 516453.7421404159 4705530.11030952 516448.7421079163 4705522.110189237
                    516444.74205759336 4705501.110085316 516434.7419777644 4705476.1099909 516413.7418694479 4705459.110006101 516392.7417960259 4705463.11014733
                    516365.7417967377 4705526.110674726 516348.7417513198 4705538.110840904 516334.7416976547 4705538.110918676 516321.7416347552 4705530.1109431945
                    516294.7415215581 4705524.11067551 516254.7413683691 4705524.111279961 516238.7412942095 4705516.111321474 516223.74123886117 4705503.11129448
                    516188.741018262 4705463.111286246 516167.7409254258 4705455.111356243 516169.7409560635 4705470.1114336625 516192.741140493 4705530.111660183
                    516219.7413210016 4705578.111794477 516240.7414388067 4705601.111814563 516277.7416315765 4705632.111794198 516336.7419051616 4705660.111635584
                    516355.74200493755 4705676.111426481 516361.7420495602 4705689.111671149 516369.7421415417 4705726.11184638 516382.74222013215 4705743.111878795
                    516438.7424379513 4705743.111571964 516469.74258031347 4705756.111480316 516524.7428011805 4705760.1112033725 516547.74290771387 4705770.111137941
                  </gml:posList>
                </gml:LinearRing>
              <-gml:exterior>
                <-gml:Polygon>
                  <-gml:surfaceMember>
                    <-gml:MultiSurface>
                      <-GeoPortal_Galicia:geom>

```

Figura 3.26: Salida CSV.

Destacar la nueva versión del servicio, llamado WFS-T, que permite editar los elementos de una base de datos remotamente a través de un cliente web.

3.2.3.3 Mapserver

De nuevo se parte del archivo de configuración del proyecto creado anteriormente para, añadiendo una línea de código a cada capa, conseguir el servicio WFS.

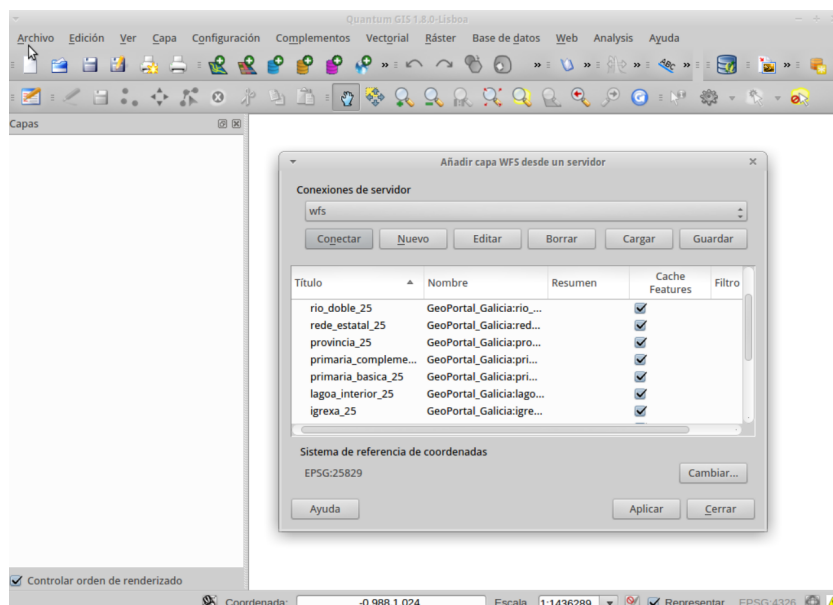


Figura 3.27: Conexión de QGIS al servicio WFS.

La línea en cuestión es:

`"wfs_enable_request" ""`

Ha de añadirse también a la definición del interfaz.

Para implementar el servicio como wfs-t se necesita el complemento TinyOWS que está disponible junto con Mapserver.

3.2.4 Servicio WCS

3.2.4.1 Geoserver

De nuevo, simplemente se tiene que activar el servicio, seleccionar el raster y automáticamente estará disponible para su consulta.

En este caso, trataremos el modelo digital de elevaciones de la comunidad gallega.

Una vez más, se puede conectar a un cliente externo o previsualizarla directamente con Openlayers, por otro lado en la figura 3.28 se muestra la operación GetCapabilities del servicio WCS.

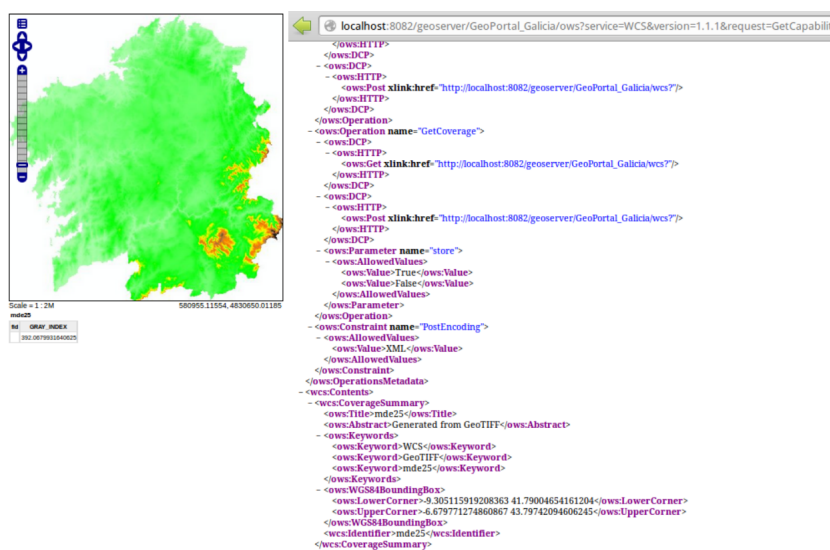


Figura 3.28: MDE como WCS.

3.2.4.2 Mapserver

El proceso es idéntico al realizado con el servicio WFS, como se ve en la figura 3.29.

```

MAP
NAME WCS_server
STATUS ON
SIZE 800 800
SYMBOLSET "../etc/symbols.txt"
EXTENT 525179.99 4726634.95 530813.57 4731144.91
UNITS METERS
SHAPEPATH "../data"
IMAGECOLOR 255 255 255
FONTSET "../etc/fonts.txt"
# Start of web interface definition
WEB
IMAGEPATH "/ms4w/tmp/ms_tmp/"
IMAGEURL "/ms_tmp/"
METADATA
  "wcs_label" "Servicio WCS GeoPortal Galicia" ### required
  "wcs_description" "MDE Galicia. 25x25"
  "wcs_onlineresource" "http://127.0.0.1/cgi-bin/mapserv.exe?" ### recommended
  "wcs_fees" "none"
  "wcs_accessconstraints" "none"
  "wcs_keywordlist" "wcs,GeoPortal, Galicia"
  "wcs_metadatalink_type" "ISO 19115"
  "wcs_metadatalink_format" "text/plain"
  "wcs_city" "Madrid"
  "wcs_stateorprovince" "ON"
  "wcs_postcode" "28231"
  "wcs_country" "Madrid"
  "wcs_service_onlineresource" "http://127.0.0.1/cgi-bin/mapserv.exe?"
  "wcs_enable_request" "*"
END
END
PROJECTION
  "init=epsg:25830"
END
LAYER
NAME MDE25
METADATA
  "wcs_label" "Elevation" ### required
  "wcs_rangeset_name" "Range 1" ### required to support DescribeCoverage request
  "wcs_rangeset_label" "My Label" ### required to support DescribeCoverage request
END
TYPE RASTER ### required
STATUS ON
DATA mde25.tif
PROJECTION
  "init=epsg:25830"
END

```

Figura 3.29: Configuración WCS con Mapserver.

3.2.5 Servicio WPS

3.2.5.1 52° N

Ofrece una gran conectividad con otros software tanto libres (Geoserver, Mapserver, Grass) como privativos (ArcGis).

Todo se configura a través de su panel de administración en la web, como puede verse en la figura 3.30.

Desde el panel se configura el servidor, el repositorio de algoritmos local y remoto y los parseadores y generadores, además de scripts del paquete estadístico R.

La propia instalación incorpora un cliente para testear los procesos. Para ejecutar un algoritmo simplemente se edita el xml con las opciones necesarias (figura 3.31). En este caso se realiza un área de influencia sobre la red

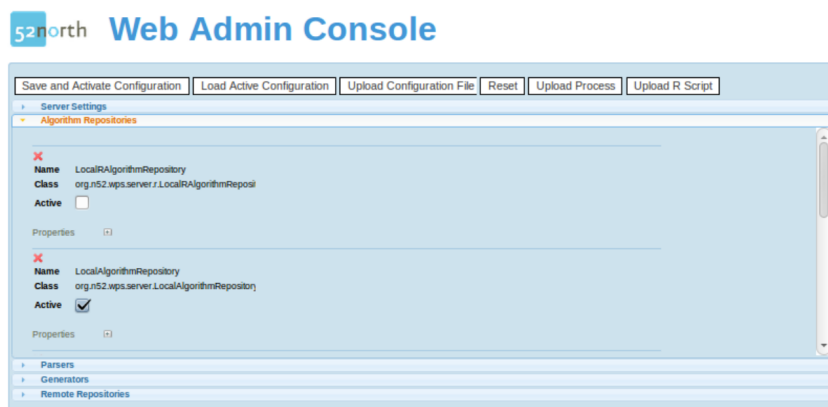


Figura 3.30: Control panel 52°N.

estatal de carreteras de la comunidad gallega, lo realmente interesante es que coge la información desde el servicio WFS creado anteriormente con Geoserver.

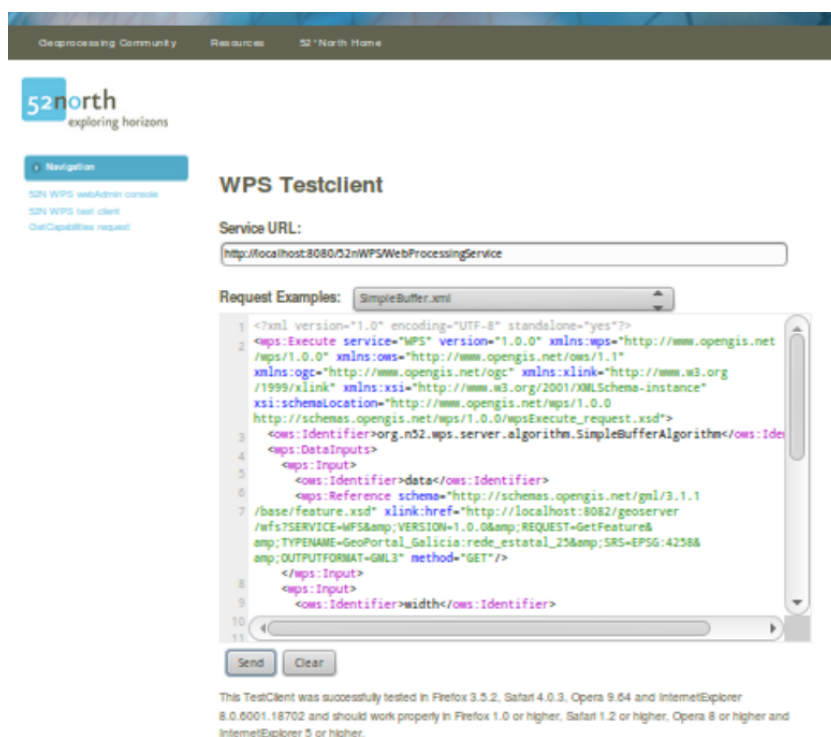


Figura 3.31: Test client 52°N.

El resultado, en este caso, es un GML (figura 3.32) que se puede almacenar en la base de datos de Postgis a través de Geoserver.

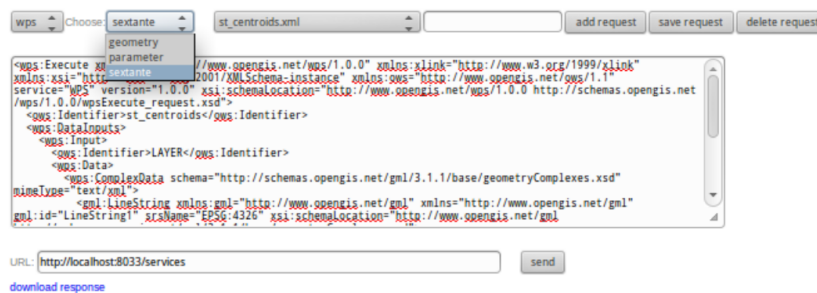


Figura 3.34: Procesos WPS de Sextante.

3.2.5.3 Geoserver

Este servicio se basa en el WPS request builder (figura 3.35). Como se ve en la imagen, aporta un gran numero de geoprosesos, tanto para vectores como para raster utilizando como base los servicios WFS que se crearon previamente.

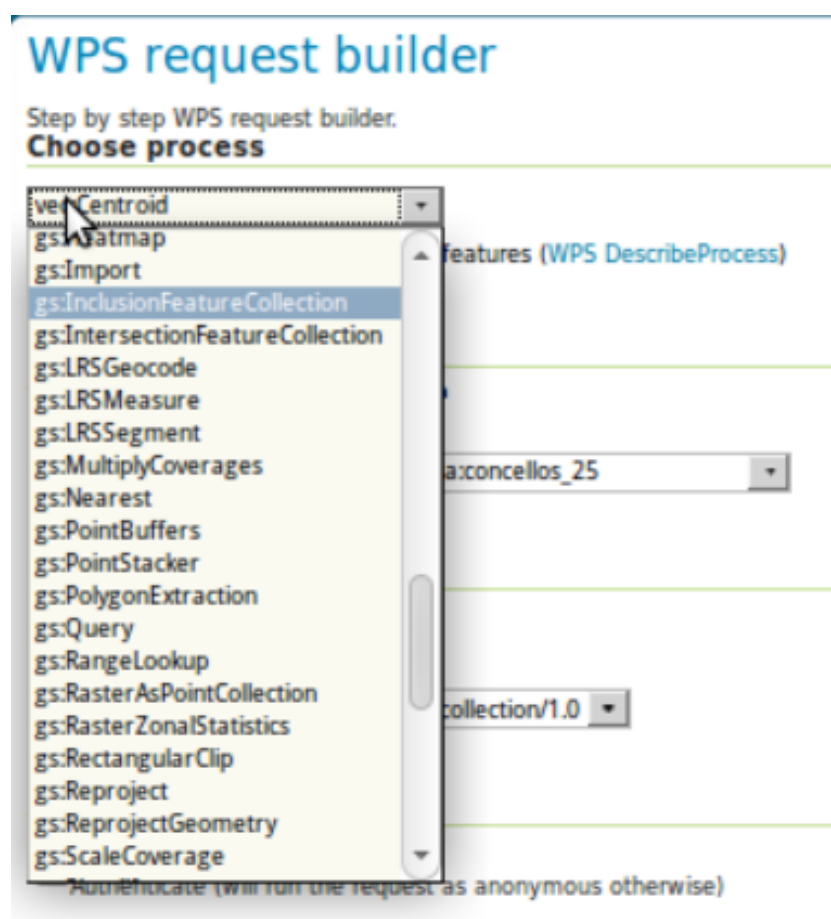


Figura 3.35: WPS request builder.

Una vez elegido el proceso, simplemente se elige el formato de salida, en la figura 3.36 se visualiza el XML que se ejecuta vía POST.

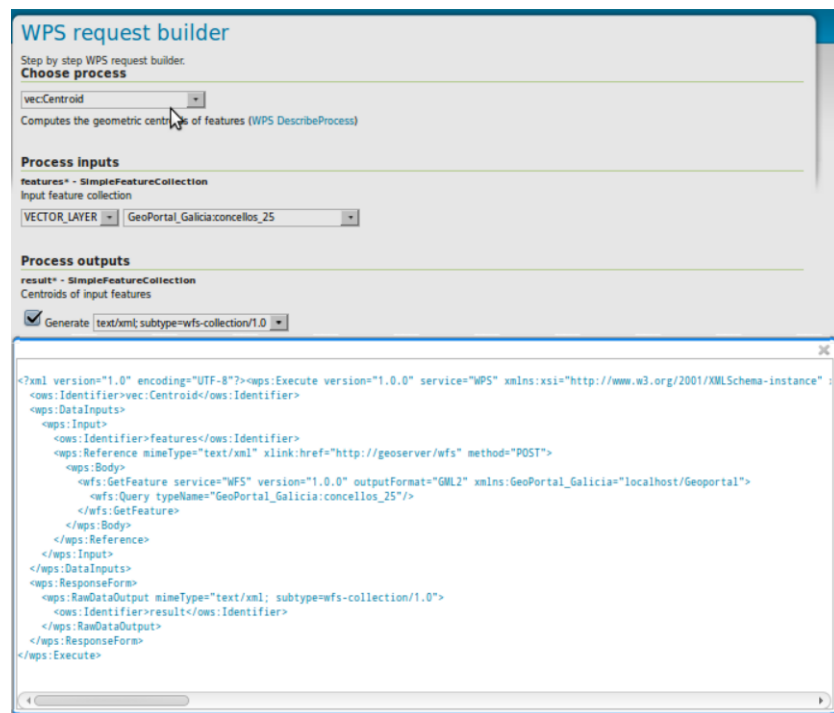


Figura 3.36: XML para WPS.

3.2.5.4 Zoo-Project

Zoo ofrece a través de su kernel la posibilidad de realizar geoprosesos escritos en diferentes lenguajes desde php, js, python o C. En la figura 3.37 se crea un cliente que carga un servicio tanto WMS como WFS para, por un lado, mostrar el mapa y por otro utilizarlo como entrada al proceso.

En este caso se implementan los geoprosesos básicos como buffer, centroid, etc. (figura 3.38).

Además del kernel, está Zoo Api como una librería en javascript para crear WPS y encadenarlos.

```
function init(){
  OpenLayers.ProxyHost= "../cgi-bin/proxy.cgi?url=";
  map = new OpenLayers.Map('map', {
    controls: [
      new OpenLayers.Control.Navigation()
    ]
  });
  layerLS = new OpenLayers.Layer.WMS( "OpenLayers WMS",
    "http://vmap0.tiles.osgeo.org/wms/vmap0", {layers: 'basic'}, {isBaseLayer: true}
  );
  layer = new OpenLayers.Layer.WMS(
    "States WMS/WFS",
    "http://localhost:8082/geoserver/ows",
    {layers: 'GeoPortal_Galicia:provincia_25', transparent: 'true',
     {isBaseLayer: false, buffer:1, singleTile:true}
    });
  select = new OpenLayers.Layer.Vector("Selection", {styleMap:
    new OpenLayers.Style(OpenLayers.Feature.Vector.style["select"])
  });
  hover = new OpenLayers.Layer.Vector("Hover");
  multi = new OpenLayers.Layer.Vector("Multi", {styleMap:
    new OpenLayers.Style({

```

Figura 3.37: Javascript para WPS Zoo.

3.2.6 Cliente web

3.2.6.1 i3Geo

Otra gran aplicación con un aumento de usuarios importante gracias a la relación dificultad de configuración y las posibilidades, que, además, cuenta con el soporte de Mapserver y gvSig. Gracias a este último se genera un archivo .map que se carga dentro del i3Geo y es de lo poco que hay configurar.

De un archivo de proyecto de gvSig obtenemos un .map como se ve en la imagen 3.39.

Desde la interfaz (figura 3.40) accedemos a las diferentes y variadas posibilidades que ofrece, desde herramientas de geoprocso hasta la posibilidad de descargar la

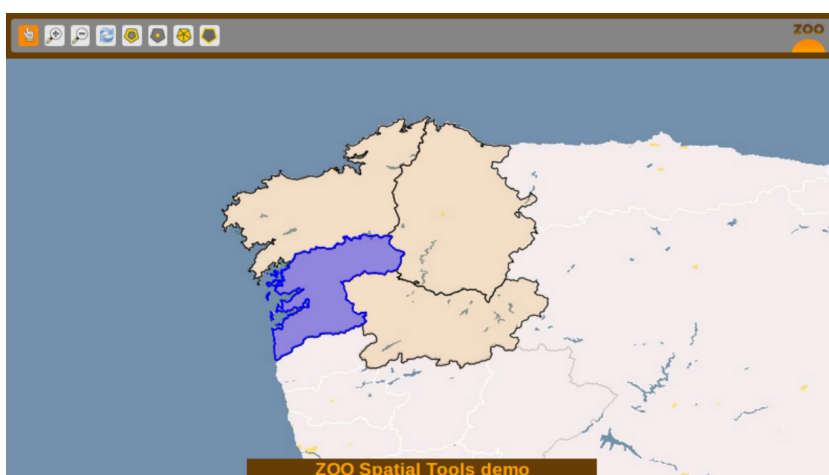


Figura 3.38: Ejemplo cliente WPS Zoo.



Figura 3.39: Configuración i3Geo.

geoinformación que se está visualizando, previamente configurada.

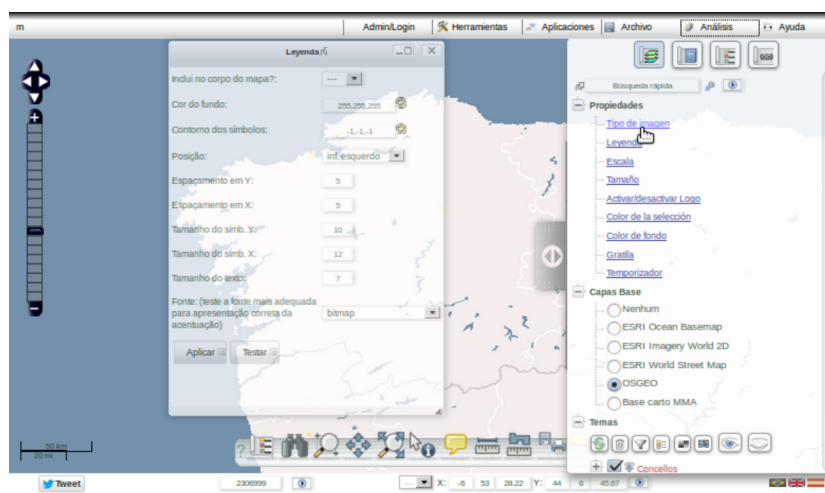


Figura 3.40: Interfaz i3Geo.

3.2.6.2 Mapbender

Esta es una de las aplicaciones con más proyección gracias a su sencillez en la puesta en marcha. Simplemente creamos un cliente a partir de una plantilla de las que trae por defecto y desde el panel de administración (figura 3.41).

Se editan cada uno de los elementos que se quieren añadir al FrameMap, desde botones de Zoom, impresión en pdf, edición de capas, búsqueda, etc a botones para cargar WMS, WFS o WCS.

La figura 3.42 es el resultado cargando el wms creado anteriormente con Geoserver.

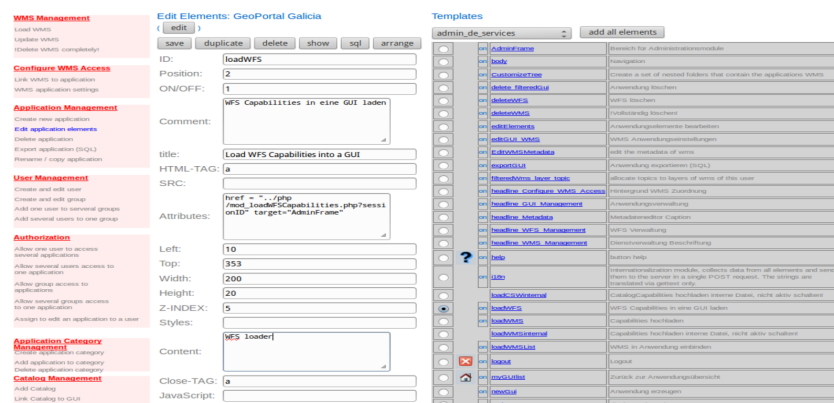


Figura 3.41: Configuración cliente Mapbender.

Posee un aspecto muy cuidado, que se mejora sustancialmente en la versión 3, aún en fase beta.

3.2.7 Metadatos

Los metadatos se crearán con el catMDEdit, tanto para la geoinformación como para los servicios.

Se lleva a cabo según [32] y las especificaciones definidas para el perfil de metadatos “ISO 19115 - NEM”.

Se pueden diferenciar cinco secciones diferentes:

- Sección metadatos.
- Sección sistema de referencia.
- Sección información de identificación.
- Sección información de distribución.
- Sección de calidad de los datos.

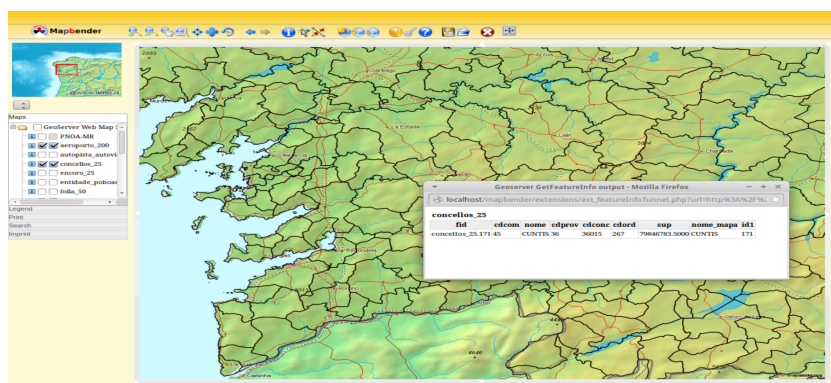


Figura 3.42: Cliente Mapbender y Geoserver.

La figura 3.43 muestra el perfil NEM:

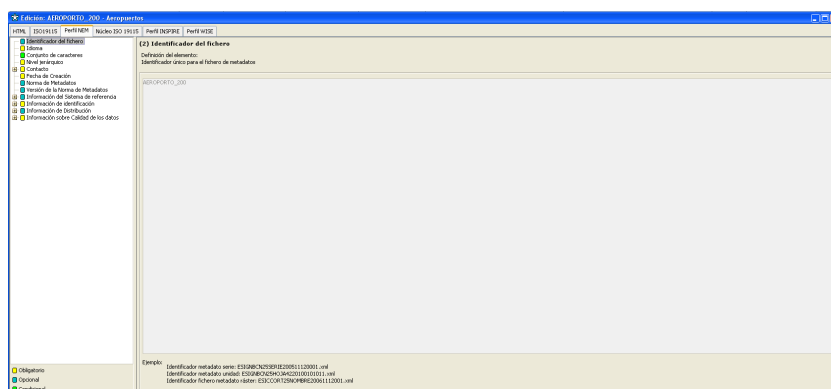


Figura 3.43: Perfil NEM.

Cada apartado se rellena con la información correspondiente, para finalmente conseguir un archivo xml o html con la información necesaria, como en la figura 3.44

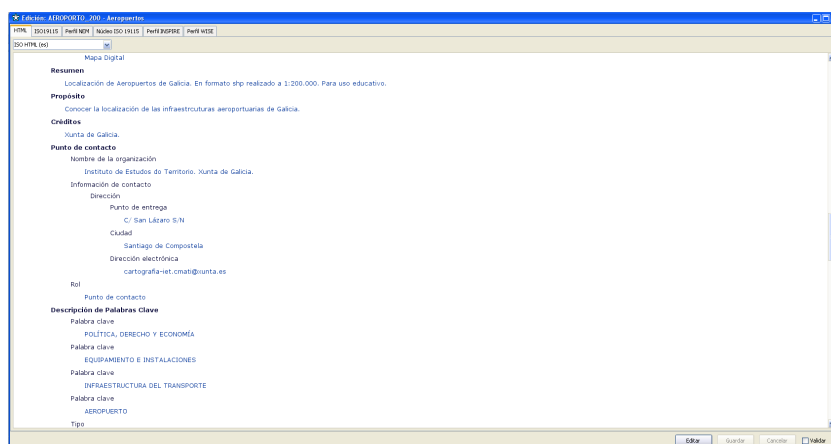


Figura 3.44: Resumen metadatos html.

3.2.8 Catálogo

El servicio de catálogo se crea con el Geonetwork.

Este software es capaz de gestionar el catálogo y sus usuarios, asignando privilegios personalmente o en grupos. En la figura 3.45 se aprecian todas la posibilidades que ofrece desde el panel de administración.



Figura 3.45: Pantalla administración GeoNetwork.

La inmensa mayoría de los geoportales usan esta herramienta para crear su servicio de CSW, pese a la existencia otras alternativas como Deegree.

Parte IV

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

4.1 VERIFICACIÓN, CONTRASTE Y EVALUACIÓN

Como todas las tecnologías de la información, la geográfica no se detiene y cada día aparecen nuevas herramientas y técnicas. Puede incluso llegar a ser frustrante no saber por dónde empezar, incluso, a profesionales con experiencia. Este trabajo es una pequeña guía de iniciación a los sistemas de información geográfica y todos los campos relacionados.

No busca ser un manual, más bien, dar unas breves pinceladas de un buen número de posibilidades, de manera que sirva de punto de partida para una exploración más profunda.

Por otro lado, se han elegido una serie de aplicaciones con las cuales desarrollar los servicios básicos que debe ofrecer un geoportal.

Las aplicaciones, además de ser open source, han sido elegidas en función de la documentación, proyección de usuarios, facilidad de configuración y manejo, así como los servicios que son capaces de ofrecer.

Uno de los principales problemas de la actualidad del SIG son las instituciones que crean su propia geoinformación, que comparten o no, pero que en todo caso es información generada en otra institución. Un único y eficaz portal IDE es necesario para paliar la falta de comunicación y trabajo conjunto de las diferentes instituciones. A la vista de este trabajo, queda demostrada la sencillez con la que se puede llevar a cabo un servicio donde mostrar o servir geoinformación, incluso sin la necesidad de un experto en programación.

El futuro sigue pasando por compartir información y realizar consultas y geoprosesos en la nube. Con respecto a esta última afirmación y teniendo en cuenta las hipótesis planteadas, se puede concluir que:

- La evolución de las IDE es constante y lentamente se están agregando los estándares más modernos.

Servicios como los SOS o WPS siguen creciendo y abriéndose paso entre los servicios clásicos de visualización básica, que además, dotan a los geoportales de la interactividad y usabilidad necesaria de la que se habla a lo largo del trabajo.

- El 'open source' ha dejado de ser una tendencia para ser una realidad. En cualquier campo en el que se piense, por cada aplicación privativa surge, al menos, una 'open source' con las mismas o incluso más herramientas. En los SIG no es diferente, como se ha visto en este trabajo, hay suficientes aplicaciones capaces de sustituir cualquier aplicación de ESRI. Por otro lado, gracias a la gran variedad de aplicaciones, hay herramientas adaptadas para las diferentes tipologías de profesionales de este campo, es decir, tanto para el técnico informático que crea una compleja aplicación web, como para geógrafos que simplemente buscan dar a conocer sus mapas.

4.1.1 Sobre el análisis de los diferentes software y su implementación

A continuación se comentan los diferentes apartados del trabajo.

4.1.1.1 Librerías

Más de 20 comentadas, destacando Openlayers y Leaflet a la hora de publicar mapas gracias a su amplia documentación y rápido aprendizaje, por otro lado, GDAL/OGR y GeoTools son las librerías más usadas y están presentes en los proyectos más relevantes. Por supuesto, Sextante destaca dentro de los geoprosesos; comenzó incorporándose a gvSig, pero ahora se integra también con QGIS, copando los geoprosesos en el open source.

Si se estudian las tendencias en términos relativos de búsquedas en Google, se observa que tanto Mapnik como Tilemill aparecen con fuerza en los últimos años, gracias en parte a su inclusión en el OsGeoLive.

4.1.1.2 *Metadatos*

En esta ocasión aparecen los dos más destacados y más utilizados que son, por un lado, la iniciativa española de CatMDEdit, la más usada para la información, y, por otro, Geonetwork, para los servicios. Ambos están ampliamente documentados en varios idiomas y son muy sencillos de instalar y configurar.

La generación de metadatos es un proceso laborioso pero necesario. Como se comentó anteriormente, las nuevas directivas tratan de mejorar este aspecto para mejorar sustancialmente la calidad de la IG.

4.1.1.3 *Bases de datos espaciales*

En este caso existen relativamente pocas opciones pero todas de gran categoría. Su amplia experiencia en el sector hace que Oracle sea la mejor opción, sin embargo su elevado precio evita que sea el más usado. PostgreSQL + PostGis es la mejor opción, no solo por ser open source, sino que además, técnicamente es una solución similar. En este trabajo se parte del formato de Arcgis que se importa en la propia base de datos sin ningún problema gracias a la extensión Shp2pgsql.

La velocidad de acceso a la IG almacenada en bases de datos es muy superior frente a, simplemente, generar carpetas temáticas y acceder a los archivos sueltos.

4.1.1.4 *Desktop*

El 70% del mercado se rinde a ESRI, que es el líder y el que marca las pautas en SIG, sin embargo, una vez más, las opciones dentro del software libre han de tenerse muy en cuenta. Aplicaciones como QGis, gvSig, Jump, etc ganan cada día más adeptos gracias a su modularidad e interoperabilidad. Quizás individualmente no llegan para destronar el ArcGis, pero sí todas juntas, es decir, el tratamiento de raster de Grass con la interfaz de UDig más lo geoprocetos de Sextante, por ejemplo, si se podría hablar de una alternativa capaz. Dentro del software privativo sí existen muchas soluciones para problemas específicos como CapaWare para incendios, Erdas para teledetección, Caliper en transporte, etc. Dentro de las más

de 30 opciones comentadas casi la mitad son open source. Todas ellas muy variadas y con ventajas e inconvenientes.

4.1.1.5 *Framework de desarrollo*

De nuevo la solución que ofrece ESRI es fantástica. Muy sencilla de usar y con grandes posibilidades, pero de nuevo aparece el software open source. En este ámbito tanto MapServer como GeoServer son los más usados. Dos aplicaciones muy diferentes por dentro pero que ofrecen una gran cantidad de servicios con muy pocos conocimientos técnicos. Posiblemente sea más sencilla la configuración del GeoServer frente a la facilidad de configuración de la temática del servicio en MapServer gracias a programas de escritorio desde los cuales se exporta. Ambas son aplicaciones contrastadas y ampliamente utilizadas

Por otro lado, surgen tres proyectos muy interesantes; uno que compite con los anteriores como es Deegree y dos orientados a los geoprosesos en la web como son ZooProject y 52° N. En este caso, los tres poseen un gran módulo para servicios WPS y ahí radica su ventaja, además de que no solo se quedan en el servidor, sino que se están desarrollando extensiones para escritorio (gvSig, QGis), de manera que se puedan ejecutar desde ellos geoprosesos remotos. Todos muy buenos proyectos, pero tanto GeoServer como MapServer llevan desde el año 2004, y la comunidad detrás de ambos es muy superior.

De nuevo usando Google Trends, se descubre cómo el interés en MapServer disminuye, mientras que con GeoServer aumenta. En la figura 4.1 se aprecia la tendencia de GeoServer y en la 4.2 la de MapServer.

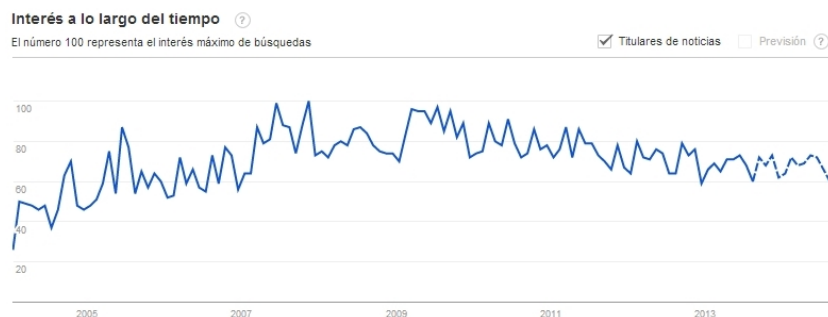


Figura 4.1: Tendencia GeoServer.

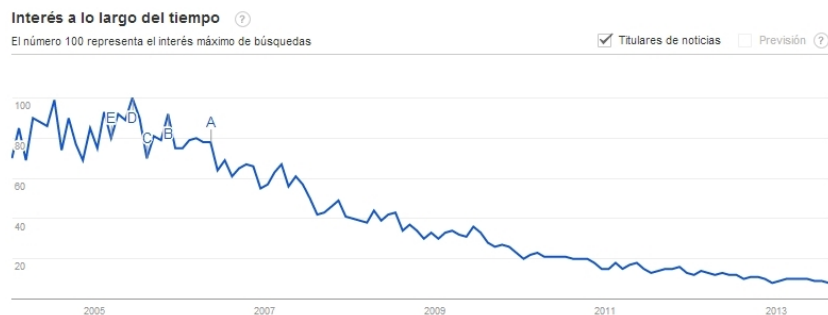


Figura 4.2: Tendencia MapServer.

4.1.1.6 Clientes web mapping

Aquí se vuelven a disparar las opciones, desde usar las propias librerías de Openlayers, Mapnik, Leaflet, etc. como un visor incrustado en un html de una web o dentro de una aplicación más complicada, permitiendo crear un SIG ligero en muy poco tiempo. Destacan por encima de otras opciones, i3Geo por su facilidad de uso, Geomajas por la gran cantidad de funcionalidad de serie implementadas y también Cartaro, basada en Drupal, que crea la categoría de geo-CMS. Otras opciones muy válidas son Mapbender y Mapfish, ambos con gran proyección, sobre todo el primero tras el reciente lavado de imagen en su tercera versión. El principal problema encontrado en muchos casos es la falta de documentación o de tutoriales que guíen al usuario. Por suerte, gracias a la variedad de aplicaciones existentes, se puede elegir la opción mas adecuada según requisitos de la aplicación o por conocimientos técnicos del usuario.

4.1.2 Sobre los geoservicios

Es evidente el compromiso de las organizaciones internacionales para compartir IG, para ello están todos los estándares comentados, sin embargo, ese primer paso de compartir y ver debería estar superado y el cambio de paradigma, de ver a interactuar y usar, debería ser una realidad acorde a las necesidades de los usuarios domésticos y profesionales que, además, según un reciente estudio de Google, cifra en 500.000 los especialistas en SIG necesarios para E.E.U.U en los próximos años. Ese mismo

estudio, valora el sector de los SIG en 73 mil millones de dólares.

El futuro de estos servicios está orientado a los geoprocesos y visualización de información en tiempo real y, a la vista de los diferentes países analizados, este futuro aun parece muy lejano siendo los servicios básicos WMS los más comunes; si bien es cierto que las normativas creadas están ayudando enormemente a la hora de organizar la geoinformación y los catálogos.

Otro apartado importante es la falta de coherencia de los geoportales respecto a la información que contienen, sin entrar en los servicios, basta el ejemplo de la figura 4.3.

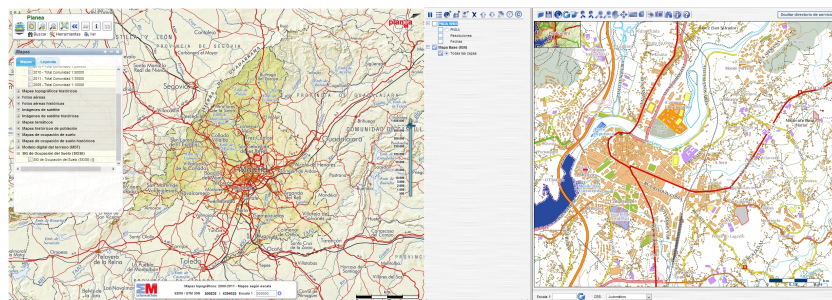


Figura 4.3: Comparación IG mostrada.

A la izquierda el IDE de Madrid mostrando casi toda la información que posee, o en su defecto, toda la información estiman se puede necesitar, por otro lado el IDE de España con únicamente las ortofotos PNOA y el mapa base del IGN. La utilidad de éste último es bastante limitada siendo casi su única función enlazar a los servicios de los ministerios 4.4.



Figura 4.4: IG de distintos ministerios.

Pese al mejorable visor, sí que aporta mucha información y presta buenos servicios de catálogo, nomenclator y como centro de descarga. Por supuesto, su blog sigue siendo una referencia en la actualidad de las IDE, tanto a nivel nacional como internacional.

En aras de una mejor usabilidad y experiencia del usuario, parece mejor opción concentrar esa información perteneciente a cada ministerio, de escala estatal, del mismo modo que la mayoría de comunidades autónomas e IDE locales lo hacen a escala local.

4.2 LÍNEAS FUTURAS

Se pueden diferenciar dos líneas para el futuro de este trabajo. Por un lado, seguir actualizando y mejorando los contenidos del mismo. Esta es una disciplina muy dinámica, que cada seis meses necesita una revisión. Por otro lado, servir de base para crear un modelo de geoportal capaz de aunar gran cantidad de información junto con la usabilidad y utilidad (geoservicios, información en tiempo real, etc.), de la que se habla a lo largo del trabajo.

Parte V

REREFERENCIAS

REFERENCIAS

- [1] United Nations. Conferencia sobre el medio ambiente y el desarrollo. In *Cumbre para la tierra*, 1992. (Citado en página 2.)
- [2] Bill Clinton. Executive order 12906, coordinating geographic data acquisition and access: The national spatial data infrastructure. Online @ www.fgdc.gov/nsdi/policyandplanning, Último acceso 03/09/2013 1994. (Citado en página 2.)
- [3] European Parliament. Directive 2007/2/ec of the european parliament and of the council establishing an infrastructure for spatial information in the european community. Online @ www.eur-lex.europa.eu, Último acceso 03/09/2013 2007. (Citado en página 2.)
- [4] Víctor Olaya. *Sistemas de Información Geográfica*. Sextantegis, 2011. (Citado en páginas 7, 8, 18, 23, 37 y 39.)
- [5] C. D. Tomlin. *Geographic Information Systems and Cartographic Modelling*. Prentice Hall, 1990. (Citado en página 7.)
- [6] J. Star and J. Estes. *Geographic Information Systems: An Introduction*. Prentice Hall, 1990. (Citado en página 7.)
- [7] David Andes. The components of gis evolve. Online @ www.gislounge.com/the-components-of-gis-evolve, Último acceso 28/05/2013. (Citado en página 7.)
- [8] FDO Data Access Technology. Online @ www.fdo.osgeo.org. Último acceso 22/07/2013. (Citado en página 10.)
- [9] FME. Online @ www.safe.com. Último acceso 15/04/2013. (Citado en página 10.)

- [10] GDAL. Online @ www.gdal.org. Último acceso 15/04/2013. (Citado en página 11.)
- [11] GeoExt. Online @ www.geoext.org. Último acceso 15/08/2013. (Citado en página 11.)
- [12] Geoxigene. Online @ www.oxygene-project.sourceforge.net. Último acceso 12/06/2013. (Citado en página 11.)
- [13] GeoRuby. Online @ www.rubyforge.org/projects/georuby. Último acceso 08/06/2013. (Citado en página 11.)
- [14] GeoTools. Online @ www.geotools.org. Último acceso 03/05/2013. (Citado en página 12.)
- [15] GeotoolsNet. Online @ www.geotoolsnet.sourceforge.net. Último acceso 08/06/2013. (Citado en página 12.)
- [16] JCS Conflation Suite. Online @ www.vividsolutions.com/jcs. Último acceso 08/06/2013. (Citado en página 12.)
- [17] JTS Topology Suite. Online @ www.vividsolutions.com/jts/jts. Último acceso 14/07/2013. (Citado en página 12.)
- [18] Ka map. Online @ www.ka-map.maptools.org. Último acceso 04/08/2013. (Citado en página 12.)
- [19] Mapnik. Online @ www.mapnik.org. Último acceso 08/06/2013. (Citado en página 12.)
- [20] Leaflet. Online @ www.leafletjs.com. Último acceso 19/07/2013. (Citado en páginas 12 y 13.)
- [21] Openlayers. Online @ www.openlayers.org. Último acceso 04/08/2013. (Citado en página 13.)
- [22] Orfeo Toolbox. Online @ www.orfeo-toolbox.org/otb. Último acceso 02/06/2013. (Citado en página 14.)
- [23] OWSLib. Online @ www.gispython.org. Último acceso 08/06/2013. (Citado en página 14.)

- [24] Cartographic Projections Library. Online @ www.trac.osgeo.org/proj. Último acceso 12/07/2013. (Citado en página 14.)
- [25] ReadyMapWeb SDK. Online @ www.readymap.com/websdk.html. Último acceso 04/08/2013. (Citado en página 14.)
- [26] Sextante Framework. Online @ www.sextantegis.com. Último acceso 28/07/2013. (Citado en página 14.)
- [27] Sharpmap. Online @ www.sharpmap.codeplex.com. Último acceso 12/06/2013. (Citado en página 14.)
- [28] Terralib. Online @ www.terralib.org. Último acceso 08/07/2013. (Citado en página 15.)
- [29] TileMill. Online @ www.mapbox.github.io/tilemill. Último acceso 08/06/2013. (Citado en página 15.)
- [30] San Bernardino County. Gis services. Online @ www.gis.sbcounty.gov/default.aspx, Último acceso 12/06/2013. (Citado en página 15.)
- [31] Institute of Cartography ETH Zurich. Geodata structures and data models. Online @ www.geodata.ethz.ch/geovite/, Último acceso 02/06/2013. (Citado en página 16.)
- [32] IGN. Online @ www.metadatos.ign.es. Último acceso 04/08/2013. (Citado en páginas 18 y 102.)
- [33] CatMDEdit. Online @ www.catmdedit.sourceforge.net. Último acceso 12/06/2013. (Citado en página 18.)
- [34] Blog Idee. Catmdedit. Online @ www.blog-idee.blogspot.com.es/catmdedit, Último acceso 18/07/2013. (Citado en página 19.)
- [35] GeoNetwork. Online @ www.geonetwork-open.org. Último acceso 12/06/2013. (Citado en página 19.)

- [36] OsGeo. Geonetwork. Online @ www.live.osgeo.org/es/quickstart/geonetwork.
Último acceso 04/04/2013. (Citado en página 19.)
- [37] DB2 Spatial Extender. Online @ www.ibm.com/software. Último acceso 12/06/2013.
(Citado en página 20.)
- [38] Oracle. Online @ www.oracle.com. Último acceso 12/06/2013. (Citado en página 21.)
- [39] SQL Server. Online @ www.microsoft.com/es/sql.
Último acceso 12/06/2013. (Citado en página 21.)
- [40] MySQL. Online @ www.mysql.com. Último acceso 12/06/2013. (Citado en página 21.)
- [41] PostGis. Online @ www.postgis.net. Último acceso 12/06/2013. (Citado en página 21.)
- [42] OsGeo. PostGis. Online @ www.live.osgeo.org/es/quickstart/postgis. Último acceso 04/04/2013. (Citado en página 22.)
- [43] SpatiaLite and VirtualShape. Online @ www.gaia-gis.it. Último acceso 21/06/2013. (Citado en página 22.)
- [44] Victor Olaya. Hydrology analysis with taudem. Online @ www.qgissexante.blogspot.com.es/2013/01/hydrology-analysis-with-taudem.html, Último acceso 08/05/2013. (Citado en página 23.)
- [45] Joseph K. Berry. Beyond mapping. Online @ www.gabrielortiz.com, Último acceso 21/05/2013. (Citado en página 26.)
- [46] Gabriel Ortiz. Cálculo y uso de mapas de visibilidad en aplicaciones gis. Online @ www.gabrielortiz.com, Último acceso 08/08/2013. (Citado en página 27.)
- [47] ESRI. Online @ www.resources.arcgis.com. Último acceso 12/05/2013. (Citado en página 27.)
- [48] Aquaveo. Online @ www.aquaveo.com. Último acceso 21/06/2013. (Citado en página 28.)

- [49] Aquaveo. Online @ www.xmswiki.com. Último acceso 04/08/2013. (Citado en página 28.)
- [50] ESRI. Online @ www.esri.com. Último acceso 19/08/2013. (Citado en página 29.)
- [51] CadCorp Spatial. Online @ www.cadcorp.com. Último acceso 21/06/2013. (Citado en página 29.)
- [52] Caliper. Online @ www.caliper.com. Último acceso 23/07/2013. (Citado en página 30.)
- [53] Dragon ips. Online @ www.dragon-ips.com. Último acceso 21/06/2013. (Citado en página 30.)
- [54] Envy. Online @ www.exelisvis.com. Último acceso 21/06/2013. (Citado en página 31.)
- [55] Erdas Imagine. Online @ www.geospatial.intergraph.com/erdas. Último acceso 14/05/2013. (Citado en página 31.)
- [56] Field Map. Online @ www.fieldmap.cz. Último acceso 28/06/2013. (Citado en página 31.)
- [57] GeoConcept. Online @ www.en.geoconcept.com. Último acceso 21/06/2013. (Citado en página 32.)
- [58] Geomedia. Online @ www.geospatial.intergraph.com. Último acceso 21/06/2013. (Citado en página 32.)
- [59] Pavel Seemann. Otro software de cartografía digital. Online @ www.kartografie.fsv.cvut.cz, Último acceso 09/05/2013. (Citado en página 32.)
- [60] Geosoft. Online @ www.geosoft.com/es. Último acceso 28/06/2013. (Citado en página 32.)
- [61] GeoTime. Online @ www.geotime.com. Último acceso 28/06/2013. (Citado en página 33.)
- [62] Idrisi. Online @ www.clarklabs.org. Último acceso 21/06/2013. (Citado en página 33.)
- [63] OsGeo Comparacion Clientes Ligeros Web para SIG. Online @ www.wiki.osgeo.org/wiki. Último acceso 12/04/2013. (Citado en página 33.)

- [64] Manifold. Online @ www.manifold.net/info/products.shtml. Último acceso 14/07/2013. (Citado en página 34.)
- [65] MapInfo. Online @ www.pbinsight.com. Último acceso 21/06/2013. (Citado en página 34.)
- [66] Regiograph. Online @ www.gfk-regiograph.com. Último acceso 28/06/2013. (Citado en página 34.)
- [67] SpatialInfo. Online @ www.synchronoss.com. Último acceso 28/06/2013. (Citado en página 34.)
- [68] Smallworld. Online @ www.ge-energy.com. Último acceso 21/06/2013. (Citado en página 35.)
- [69] WTHGis. Online @ www.wigis.net. Último acceso 28/06/2013. (Citado en página 35.)
- [70] Framework geográfico 3D Multicapa. Online @ www.capaware.org. Último acceso 07/07/2013. (Citado en páginas 35 y 36.)
- [71] FalconView. Online @ www.falconview.org/trac/falconview. Último acceso 11/07/2013. (Citado en página 36.)
- [72] OsGeo. Grass. Online @ www.grass.osgeo.org. Último acceso 11/07/2013. (Citado en página 36.)
- [73] OsGeo. Grass. Online @ www.live.osgeo.org/es/quickstart/grass. Último acceso 04/04/2013. (Citado en página 36.)
- [74] gvSIG. Online @ www.gvsig.com. Último acceso 11/07/2013. (Citado en página 37.)
- [75] ILWIS. Online @ www.ilwis.org. Último acceso 11/07/2013. (Citado en página 37.)
- [76] Kalypso. Online @ www.kalypso.bjoernsen.de. Último acceso 11/07/2013. (Citado en página 37.)
- [77] Kosmo. Online @ www.opengis.es/index.php. Último acceso 11/07/2013. (Citado en página 38.)

- [78] OsGeo. Kosmo. Online @ www.live.osgeo.org/es/quickstart/kosmo. Último acceso 04/04/2013. (Citado en página 38.)
- [79] Open Jump. Online @ www.openjump.org. Último acceso 11/07/2013. (Citado en página 38.)
- [80] Quantum Gis. Online @ www.qgis.org. Último acceso 11/07/2013. (Citado en página 39.)
- [81] Saga. Online @ www.saga-gis.org. Último acceso 11/07/2013. (Citado en página 39.)
- [82] Terraview. Online @ www.dpi.inpe.br/terraview. Último acceso 11/07/2013. (Citado en página 40.)
- [83] UDig. Online @ www.udig.refractive.net. Último acceso 11/07/2013. (Citado en página 40.)
- [84] OsGeo. Udig. Online @ www.live.osgeo.org/es/overview/udig. Último acceso 04/04/2013. (Citado en página 41.)
- [85] Whitebox Geospatial Analysis Tools. Online @ www.uoguelph.ca/hydrogeo. Último acceso 11/07/2013. (Citado en página 41.)
- [86] Google. Google fusion tables. Online @ www.support.google.com/fusiontables/, Último acceso 11/07/2013. (Citado en página 42.)
- [87] Idealista. Online @ www.idealista.com. Último acceso 04/08/2013. (Citado en página 42.)
- [88] IkiMap. Online @ www.ikimap.com/es. Último acceso 04/08/2013. (Citado en página 44.)
- [89] Target Map. Online @ www.targetmap.com. Último acceso 04/08/2013. (Citado en página 44.)
- [90] Esri ArcGis Online. Online @ www.arcgis.com/home. Último acceso 04/08/2013. (Citado en páginas 44 y 66.)
- [91] OpenStreetMap. Online @ www.openstreetmap.es. Último acceso 04/08/2013. (Citado en página 45.)

- [92] Waze. Online @ www.es.waze.com. Último acceso 04/08/2013. (Citado en página 46.)
- [93] Wikimapia. Online @ www.wikimapia.org. Último acceso 04/08/2013. (Citado en página 47.)
- [94] Mapbox. Showcase. Online @ www.mapbox.com/showcase/, Último acceso 18/07/2013. (Citado en página 47.)
- [95] OsGeo Live. Online @ www.live.osgeo.org/es/index.html. Último acceso 04/08/2013. (Citado en páginas 48 y 79.)
- [96] Open GeoSpatial Consortium. Online @ www.opengeospatial.org. Último acceso 15/08/2013. (Citado en página 48.)
- [97] G Percivall. Iso 19119 and ogc service architecture, 2002. (Citado en página 48.)
- [98] OGC. Online @ www.opengeospatial.org/standards/csw. Último acceso 04/08/2013. (Citado en página 49.)
- [99] OGC. Online @ www.opengeospatial.org/standards/gml. Último acceso 04/08/2013. (Citado en página 50.)
- [100] OGC. Online @ www.opengeospatial.org/standards/wms. Último acceso 04/08/2013. (Citado en página 50.)
- [101] OGC. Online @ www.opengeospatial.org/standards/wcs. Último acceso 04/08/2013. (Citado en página 52.)
- [102] OGC. Online @ www.opengeospatial.org/standards/wfs. Último acceso 04/08/2013. (Citado en página 53.)
- [103] Jose Tomás Navarro Carrión. Digitalización web con openlayer y wfs-t. Online @ www.gisandchips.org/2010/09/16/digitalizacion-web-con-openlayer-y-wfs-t-geoserver, Último acceso 02/05/2013. (Citado en página 53.)
- [104] OGC. Online @ www.opengeospatial.org/standards/wps. Último acceso 04/08/2013. (Citado en página 54.)
- [105] OGC. Online @ www.opengeospatial.org/ogc/markets-technologies/swe. Último acceso 04/08/2013. (Citado en página 54.)

- [106] OGC. Online @ www.opengeospatial.org/standards/sensorml.
Último acceso 04/08/2013. (Citado en página 55.)
- [107] OGC. Online @ www.opengeospatial.org/standards/sos.
Último acceso 04/08/2013. (Citado en página 56.)
- [108] Miguel A. Bernabé. *Fundamentos de IDE*. BibliotecaOnline SL, 2011. (Citado en páginas 56 y 62.)
- [109] OTALEX. Online @ www.ideotalex.eu. Último acceso 04/08/2013. (Citado en página 57.)
- [110] IDEE. Online @ www.idee.es. Último acceso 04/08/2013. (Citado en páginas 58 y 63.)
- [111] Lopez-Pellicer et al. A review of the implementation of ogc web services across europe. *International Journal of Spatial Data Infrastructures Research*, Vol.6:168–186, 2011. (Citado en página 60.)
- [112] IPGH. Online @ www.ipgh.org. Último acceso 04/08/2013. (Citado en página 62.)
- [113] SIRGAS. Online @ www.sirgas.org. Último acceso 04/08/2013. (Citado en página 62.)
- [114] CP-IDEA. Online @ www.cp-idea.org. Último acceso 04/08/2013. (Citado en página 62.)
- [115] GeoSUR. Online @ www.geosur.info. Último acceso 04/08/2013. (Citado en página 62.)
- [116] U.N. Online @ www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21.
Último acceso 04/08/2013. (Citado en página 62.)
- [117] European Parliament. Inspire indicators. Online @ www.inspire.jrc.ec.europa.eu/index.cfm/pageid/182/list/indicators,
Último acceso 03/09/2013. (Citado en página 63.)
- [118] Mapdotnet. Online @ www.mapdotnet.com. Último acceso 28/06/2013. (Citado en página 66.)
- [119] 52 North. Online @ www.52north.org/. Último acceso 26/07/2013. (Citado en página 66.)
- [120] OsGeo. 52nWPS. Online @ www.live.osgeo.org/es/quickstart/52nwps. Último acceso 04/04/2013. (Citado en página 67.)

- [121] Deegree. Online @ www.deegree.org. Último acceso 26/07/2013. (Citado en página 67.)
- [122] geOrchestra. Online @ www.georchestra.org. Último acceso 04/08/2013. (Citado en página 68.)
- [123] Geoserver. Online @ www.geoserver.org. Último acceso 26/07/2013. (Citado en página 69.)
- [124] Mapguide. Online @ www.mapguide.osgeo.org. Último acceso 26/07/2013. (Citado en página 69.)
- [125] Mapserver. Online @ www.mapserver.org. Último acceso 26/07/2013. (Citado en página 70.)
- [126] OsGeo. QGis Server. Online @ www.live.osgeo.org/es/quickstart/qgis. Último acceso 04/04/2013. (Citado en página 70.)
- [127] Zoo-Project. Online @ www.zoo-project.org. Último acceso 23/05/2013. (Citado en página 71.)
- [128] Cartodb. Online @ www.cartodb.com. Último acceso 04/08/2013. (Citado en página 72.)
- [129] Cartaro. Online @ www.cartaro.org. Último acceso 04/08/2013. (Citado en página 72.)
- [130] Cartoweb. Online @ www.cartoweb.org. Último acceso 04/08/2013. (Citado en página 72.)
- [131] Chameleon. Online @ www.chameleon.maptools.org. Último acceso 04/08/2013. (Citado en página 72.)
- [132] Directionsmag. Online @ www.directionsmag.com/articles/chamaleon. Último acceso 04/08/2013. (Citado en página 72.)
- [133] Dracones. Online @ www.surveillance.mcgill.ca. Último acceso 04/08/2013. (Citado en página 73.)
- [134] Flamingo. Online @ www.flamingo.gbo-provincies.nl. Último acceso 15/08/2013. (Citado en página 73.)
- [135] Geoide. Online @ www.geoide.nl. Último acceso 15/08/2013. (Citado en página 73.)

- [136] geomajas. Online @ www.geomajas.org. Último acceso 15/08/2013. (Citado en página 74.)
- [137] Geomoose. Online @ www.geomoose.org. Último acceso 26/07/2013. (Citado en página 74.)
- [138] OsGeo. GeoMoose. Online @ www.live.osgeo.org/es/quickstart/geomoose. Último acceso 04/04/2013. (Citado en página 74.)
- [139] i3Geo. Online @ www.mma.gov.br. Último acceso 15/08/2013. (Citado en página 74.)
- [140] MappingGis. Online @ www.mappinggis.com/2013/02/primeros-pasos-con-i3geo. Último acceso 04/08/2013. (Citado en página 75.)
- [141] Mapbender. Online @ www.mapbender.org. Último acceso 04/08/2013. (Citado en página 75.)
- [142] OsGeo. MapBender. Online @ www.live.osgeo.org/es/quickstart/mapbender. Último acceso 04/04/2013. (Citado en página 76.)
- [143] Mapfish. Online @ www.mapfish.org. Último acceso 26/07/2013. (Citado en página 76.)
- [144] OpenScales. Online @ www.openscales.org. Último acceso 15/08/2013. (Citado en página 76.)
- [145] worldKit. Online @ www.worldkit.org. Último acceso 15/08/2013. (Citado en página 77.)
- [146] IGN. Online @ www.ign.es/pnoa. último acceso 04/08/2013. (Citado en página 86.)

Part VI

ANEXOS

DISTRIBUCIÓN UBUNTU

A.1 OSGEOLIVE 6.5

OSGeo-Live es un DVD, disco USB o Máquina Virtual basada en Xubuntu que nos permite probar una amplia variedad de software libre geoespacial sin instalar nada. Está compuesto enteramente por software libre, permitiendo ser distribuido libremente, duplicado, etc.

Proporciona un conjunto de aplicaciones preconfiguradas para un amplio conjunto de casos de uso, incluyendo almacenamiento, publicación, visualización, análisis y manipulación de datos. También contiene juegos de datos de prueba y documentación.

El contenido del S.O. es:

- Clientes ligeros:
 - Openlayers.
 - Geomajas.
 - Mapbender.
 - Mapfish.
 - Geomoose.
- Gestión de Crisis:
 - Sahana Eden.
 - Ushahidi.
- Bases de datos:
 - PostGIS.
 - SpatiaLite.
 - Rasdaman.
 - pgRouting.
- SIG de Escritorio:
 - QGIS.

- GrassGis.
- gvSIG.
- uDIG.
- Kosmo.
- OpenJump.
- Saga.
- OSSIM.
- Geopublisher.
- AtlasStiler.
- osfEarth.
- MB-System.
- Navegación y mapas:
 - GpsDrive.
 - GpsPrune.
 - Marble.
 - OpenCPN.
 - OpenStreetMap.
 - Viking.
 - zyGrib.
- Herramientas espaciales:
 - GeoKettle.
 - GDAL/OGR.
 - GMT.
 - Mapnik.
 - MapTiler.
 - OTB.
 - Spatial R.
- Servicios web:
 - GeoServer.
 - MapServer.
 - Deegree.

- GeoNetwork.
 - pycsw.
 - MapProxy.
 - QGIS Server.
 - 52°North WSS.
 - 52°North WPS.
 - 52°North SOS.
 - ZOO Project.
- Datos:
 - Natural Earth.
 - OSGeo North Carolina.
 - OpenStreetMap.
 - Bibliotecas geoespaciales:
 - GeoTools.
 - GEOS.
 - MetaCRS.
 - libLAS.
 - Otros:
 - MapGuide Open Source.
 - MapWindow GIS.
 - Instaladores Microsoft Windows.
 - Instaladores Apple OSX.

Más información del proyecto en www.live.osgeo.org

INFORMACIÓN GEOGRÁFICA UTILIZADA

B.1 GEOINFORMACIÓN

Toda la información usada, pertenece a Sistema de Información Territorial de Galicia (SITGA) y ha sido usada bajo licencia educacional y exclusivamente sin fines lucrativos.

Se ha distribuido la información en seis esquemas como se ve en la figura B.1

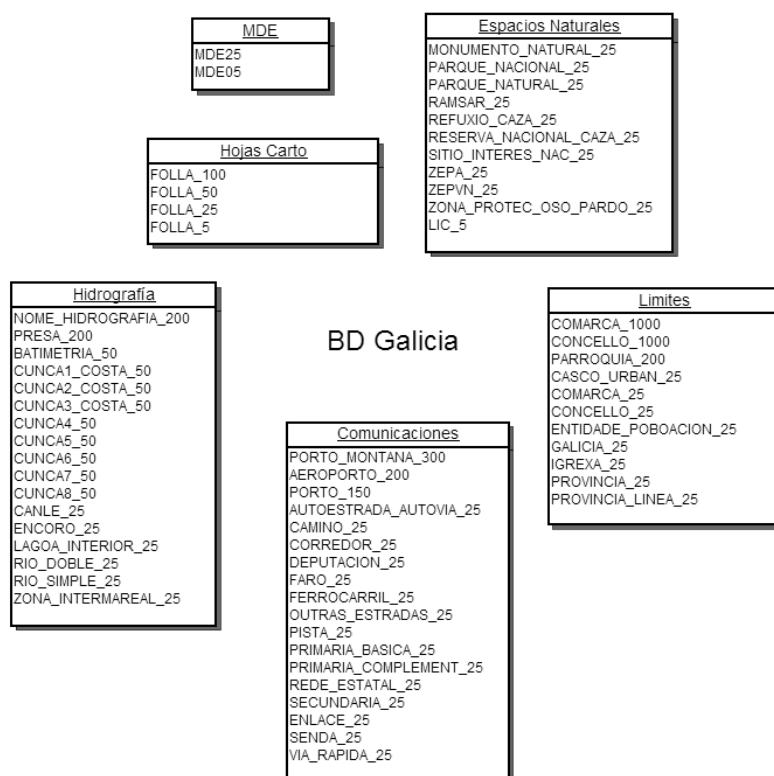


Figura B.1: Esquemas y tablas de la BD.